



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

**“DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD BIOLÓGICA DEL EXTRACTO
ACUOSO DE SAÚCO *Sambucus nigra*L. COMO REPELENTE Y/O
INSECTICIDA EN *Lasius niger*L.”**

TESIS DE GRADO

PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

BIOQUÍMICO FARMACÉUTICO

PRESENTADO POR

MARITZA ELIZABETH ORTUÑO TORRES

RIOBAMBA – ECUADOR

2011

DEDICATORIA

A Dios porque sin Él nada hubiera sido posible.

A mis amados padres: Jorge Ortuño y Gladys Torres por sus oraciones, su apoyo incondicional a lo largo de mi carrera, por sus palabras de aliento, por su dedicación, por brindarme todo su amor y por guiarme por el camino del Señor. Porque gracias a ustedes he aprendido a ser una mejor persona día a día, a luchar por mis sueños a defender mis creencias y mis ideales.

A mis hermanos: Andresito y Garicitoque han sido mi soporte fundamental y el motivo para luchar cada día.

A mi abuelita Bachita que a través de la distancia me ha brindado su apoyo.

A mi querido abuelito Garibaldi Torres, quien aunque no está conmigo, su amor y su enseñanza perdura por siempre en mi corazón.

A mis amigos por estar conmigo en los momentos más difíciles.

La presente Tesis es dedicada a ustedes, con todo mi amor.

AGRADECIMIENTO

Deseo mostrar mi más sincero agradecimiento a Dios por preservarme la vida y permitirme lograr tan anhelado sueño, por su amor y su infinita misericordia.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimboraz por la acogida y por ser la fuente de mi formación intelectual.

A mí querida Escuela de Bioquímica de Farmacia porque a lo largo de estos años se ha convertido en mi segundo hogar, y por enseñarme que la ciencia debe ir acompañada de respeto, amor y servicio.

Ala Dra. Cumandá Játiva por su valiosa colaboración y asesoramiento en la dirección de la presente Tesis, por su incansable apoyo y por compartir conmigo sus conocimientos.

A la Ing. Norma Erazo miembro del Tribunal de Tesis por el gran aporte brindado en la elaboración del trabajo.

A todos quienes colaboraron de cualquier manera para la elaboración de este trabajo de investigación.

Y de manera especial quiero agradecer a mis amados padres, a mis hermanos, a mi abuelita y todas las personas que estuvieron a mi lado y que hicieron posible la culminación de mi meta. Gracias de todo corazón.

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO**

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

El Tribunal de Tesis certifica que: El trabajo de investigación:
**“DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD BIOLÓGICA DEL EXTRACTO
ACUOSO DE SAÚCO *Sambucus nigra*L. COMO REPELENTE Y/O
INSECTICIDA EN *Lasius niger*L.”**, de responsabilidad dela señorita egresada
Maritza Elizabeth Ortuño Torres, ha sido prolijamente revisado por los Miembros del
Tribunal de Tesis, quedando autorizada su presentación.

FIRMA

FECHA

Dra. Yolanda Díaz
DECANA FAC. CIENCIAS

Dr. Luis Guevara
DIRECTOR DE ESCUELA

Dra. Cumandá Játiva
DIRECTORA DE TESIS

Ing. Norma Erazo
MIEMBRO DE TRIBUNAL

Tc. Carlos Rodríguez
**DIRECTOR CENTRO
DE DOCUMENTACIÓN**

NOTA DE TESIS ESCRITA

Yo, (**Maritza Elizabeth Ortuño Torres**), soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta Tesis; y el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado, pertenece a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

(MARITZA ELIZABETH ORTUÑO TORRES)

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

°C	Grados Celsius
g	Gramos
ml	mililitros
mm	milímetros
cm	centímetros
m	metro
min	minuto
η	índice de refracción
D	Densidad relativa
N_d^{25}	Índice de refracción a 25°C
T	Valor de la temperatura en (°C)
MIP	Manejo Integrado de Plagas
V	Volumen
M	mezcla
C	concentración
R	Repetición
UE	Unidades Experimentales
S1	Decocción de saúco al 80%
S2	Decocción de saúco al 60%
S3	Decocción de saúco al 40%
S4	Decocción de saúco al 20%%
Z1	Decocción de zorrillo al 80%
Z2	Decocción de zorrillo al 60%
Z3	Decocción de zorrillo al 40%
Z4	Decocción de zorrillo al 20%
M1	Decocción de marco al 80%
M2	Decocción de marco al 60%
M3	Decocción de marco al 40%
M4	Decocción de marco al 20%
B1	Baygon en concentración del 100%
A1	Agua en concentración del 100%
C _A	Control positivo Baygon
C _B	Control negativo Blanco (agua)

ÍNDICES

ÍNDICE DE ABREVIATURAS
ÍNDICE GENERAL
ÍNDICE DE TABLAS
ÍNDICE DE CUADROS
ÍNDICE DE GRÁFICOS
ÍNDICE DE FIGURAS
ÍNDICE DE ANEXOS
INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I.....	1
1. MARCO TEÓRICO.....	1
1.1 INSECTICIDAS.....	1
1.1.1 CARACTERÍSTICAS IDEALES DE UN INSECTICIDA.....	1
1.2 INSECTICIDAS BOTÁNICOS.....	2
1.2.1 PLANTAS CON PROPIEDADES INSECTICIDAS.....	3
1.2.2 LAS PLANTAS, PRECURSORAS DE INSECTICIDAS SINTÉTICOS....	5
1.2.3 MECANISMOS DE ACCIÓN DE INSECTICIDAS VEGETALES.....	5
1.2.3.1 REGULADORES DE CRECIMIENTO.....	6
1.2.3.2 INHIBIDORES DE LA ALIMENTACIÓN.....	6
1.2.3.3 REPELENTES.....	6
1.2.3.4 CONFUSORES.....	7
1.2.4 REPELENTES DE INSECTOS.....	7
1.2.5 VENTAJAS DE LOS INSECTICIDAS VEGETALES.....	8
1.2.6 DESVENTAJAS DE LOS INSECTICIDAS VEGETALES.....	8
1.2.7 RESISTENCIA A LOS INSECTICIDAS VEGETALES.....	9
1.2.8 EXPECTATIVAS PARA EL USO DE INSECTICIDAS VEGETALES....	9
1.2.8.1 CUALIDADES ÓPTIMAS DE UN INSECTICIDA COMERCIAL.....	10
1.2.8.2 SELECTIVIDAD.....	11
1.2.8.3 SELECTIVIDAD POR ACCIÓN EN LOS TEGUMENTOS.....	11
1.2.8.4 SELECTIVIDAD POR DIFERENCIAS EN EL METABOLISMO.....	12
1.2.8.5 DIFERENCIAS POR FIJACIÓN.....	12
1.2.8.6 DIFERENCIAS POR PENETRACIÓN Y FIJACIÓN.....	12
1.3 EL SAÚCO.....	12
1.3.1 BOTÁNICA.....	12
1.3.1.1 CLASIFICACIÓN CIENTÍFICA.....	13
1.3.1.2 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA.....	13
1.3.1.3 NOMBRES COMUNES.....	14

1.3.1.4	IMPORTANCIA ECOLÓGICA.....	14
1.3.1.5	MULTIPLICACIÓN.....	14
1.3.1.6	PROPIEDADES.....	15
1.3.1.7	HOMEOPATÍA.....	15
1.3.1.8	INDICACIONES ACADÉMICAS.....	15
1.3.1.9	USOS CASEROS.....	16
1.3.2	CONTRAINDICACIONES Y EFECTOS SECUNDARIOS.....	17
1.3.2.1	SUSTANCIAS ACTIVAS.....	17
1.3.2.2	ESTUDIOS PUBLICADOS.....	17
1.4	EXTRACTO ACUOSO.....	18
1.4.1	EXTRACTO ACUOSO DE SAÚCO.....	18
1.4.2	MÉTODO DE DECOCCIÓN.....	19
1.5	HORMIGA (<i>Lasius niger</i> L).....	20
1.5.1	CLASIFICACIÓN CIENTÍFICA.....	20
1.5.2	ASPECTOS GENERALES.....	21
1.5.3	CICLO VITAL.....	22
1.5.3.1	LOS VUELOS NUPCIALES.....	22
1.5.3.2	FASE LARVARIA.....	22
1.5.4	TIPO DE ALIMENTACIÓN.....	23
1.5.5	DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA.....	23
1.5.6	LA HORMIGA COMO PLAGA.....	26
1.5.6.1	COMO ESPECIES INVASORAS.....	26
CAPÍTULO II.....		28
2.	PARTE EXPERIMENTAL.....	28
2.1	LUGAR Y PRUEBAS DE ENSAYO.....	28
2.2	FACTORES DE ESTUDIO.....	28
2.3	MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS.....	28
2.3.1	MATERIAL BIOLÓGICO.....	28
2.3.2	OBTENCIÓN DEL MATERIAL VEGETAL.....	29
2.3.3	OBTENCIÓN DE LOS INSECTOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD INSECTICIDA.....	29
2.3.4	EQUIPOS.....	29
2.3.5	MATERIALES DE LABORATORIO.....	30
2.3.6	REACTIVOS.....	30
2.4	TÉCNICAS.....	31
2.4.1	OBTENCIÓN DE LA DECOCCIÓN DE SAÚCO (<i>Sambucus nigra</i> L).....	31

2.4.1.1	RECOLECCIÓN DEL MATERIAL VEGETAL.....	31
2.4.1.2	MÉTODO DECOCCIÓN.....	31
2.4.2	TAMIZAJE FITOQUÍMICO DE LA DECOCCIÓN DE SAÚCO, ZORRILLO Y MARCO.....	32
2.4.2.1	REACCIÓN DE IDENTIFICACIÓN DE SAPONINAS.....	33
2.4.2.2	REACCIÓN DE IDENTIFICACIÓN DE COMPUESTOS FENÓLICOS...	32
2.4.2.3	REACCIÓN DE IDENTIFICACIÓN DE FLAVONOIDES.....	33
2.4.2.4	REACCIÓN DE IDENTIFICACIÓN DE QUINONAS.....	33
2.4.2.5	REACCIÓN DE IDENTIFICACIÓN DE LACTONAS α - β INSATURADAS.....	33
2.4.2.6	REACCIÓN DE IDENTIFICACIÓN DE CHALCONAS.....	34
2.4.2.7	REACCIÓN DE IDENTIFICACIÓN DE ACEITES ESENCIALES.....	34
2.4.2.8	REACCIÓN DE IDENTIFICACIÓN DE SAPOGENINAS ESTEROIDALES.....	34
2.4.2.9	REACCIÓN DE IDENTIFICACIÓN DE TRITERPENOS ESTEROIDES..	34
2.4.3	DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS.....	35
2.4.4	DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS.....	35
2.4.4.1	DENSIDAD RELATIVA.....	36
2.4.4.2	DETERMINACIÓN DE ÍNDICE DE REFRACCIÓN.....	37
2.4.4.3	DETERMINACIÓN DE pH.....	38
2.5	METODOLOGÍA.....	39
2.5.1	FASE DE CAMPO.....	39
2.5.2	FASE DE LABORATORIO.....	40
2.5.3	DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD INSECTICIDA.....	40
2.6	DETERMINACIÓN DE LA DL ₅₀	45
2.7	TIPO DE DISEÑO EXPERIMENTAL.....	45
2.8	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	47
2.8.1	ANÁLISIS DE VARIANZA.....	47
2.8.2	PRUEBA DE SEPARACIÓN DE MEDIAS DE TUKEY AL 5%.....	48
2.8.3	COEFICIENTE DE VARIACIÓN.....	48
2.8.4	ANÁLISIS DE REGRESIÓN Y CORRELACIÓN.....	48
2.8.5	CÁLCULO DEL PORCETAJE DE EFICACIA.....	48
2.8.6	COMPARACIÓN COSTO- BENEFICIO.....	49
CAPÍTULO III.....		50
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	50
3.1.1	PROPIEDADES FÍSICAS ORGANOLÉPTICAS, TAMIZAJE	

	FITOQUÍMICO.....	50
3.2	RESULTADOS DE LA ACTIVIDAD INSECTICIDA Y/O REPELENTE DE LAS DECOCCIONES DE SAÚCO, ZORRILLO Y MARCO.....	50
3.2.1	DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD INSECTICIDA Y REPELENTE DE LA DECOCCIÓN DE SAÚCO (<i>Sambucus nigra</i> L) AL 100%.....	53
3.2.2	DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD INSECTICIDA Y REPELENTE DE LAS DECOCCIONES DE <i>Sambucus nigra</i> L, <i>Tagetes zipaquirencis</i> H, <i>Franseria artemisioides</i> W.....	54
3.3	ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA ACTIVIDAD INSECTICIDA Y REPELENTE DE <i>Sambucus nigra</i> L, <i>Tagetes zipaquirencis</i> H, <i>Franseria artemisioides</i> W SOBRE <i>Lasius niger</i> L.....	55
3.4	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA ACTIVIDAD INSECTICIDA Y REPELENTE DE <i>Sambucus nigra</i> L, <i>Tagetes zipaquirencis</i> H, <i>Franseria artemisioides</i> W SOBRE <i>Lasius niger</i> L.....	58
3.5	DETERMINACIÓN DE LA DL ₅₀ DE LOS TRATAMIENTOS MÁS EFECTIVOS SOBRE <i>Lasius niger</i> L.....	61
3.6	COMPARACIÓN COSTO/BENEFICIO EN LA UTILIZACIÓN DE LAS DECOCCIONES DE SAÚCO Y ZORRILLO.....	64
3.7	CÁLCULO DE LA EFICACIA MEDIANTE LA ECUACIÓN SUN-SHEPARD.....	66
	CAPÍTULO IV.....	68
4.	CONCLUSIONES.....	68
	CAPÍTULO V.....	70
5.	RECOMENDACIONES.....	70
	CAPÍTULO VI.....	71
6.	RESUMEN Y SUMMARY.....	71
	CAPÍTULO VII.....	72
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	72
	CAPÍTULO VIII.....	77
	CAPÍTULO VIII.....	77
8.	ANEXOS.....	77

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO N. 1	Vegetal elegido para la obtención de la decocción lugar de procedencia.....	29
CUADRO N. 2	Mezclas de las decocciones vegetales y sus concentraciones realizadas en el ensayo.....	41
CUADRO N. 3	Códigos y tratamientos realizados con las mezclas de decocciones de saúco (<i>Sambucus nigra L</i>), zorrillo (<i>Tagetes zipaquirencis H</i>) y marco <i>Franseria artemisioides W</i> frente a <i>Lasius niger L</i>	46
CUADRO N.4	Propiedades de las decocciones de saúco (<i>Sambucus nigra L</i>), zorrillo (<i>Tagetes zipaquirencis H</i>) y marco (<i>Franseria artemisioides</i>	51
CUADRO N. 5	Determinación de la actividad insecticida y repelente de la decocción (<i>Sambucus nigra L</i>) en concentración del 100%.....	53
CUADRO N. 6	Porcentaje medio de mortalidad e intensidad de repelencia de <i>L. niger L</i> frente a las mezclas de decocciones de <i>S. nigra L</i> , <i>T.</i>	

	<i>zipaquirencis</i> y <i>F. artemisioides</i> W a distintas concentraciones.....	54
CUADRO N. 7	Análisis de varianza de la actividad repelente de la decocción de <i>S. nigra L</i> en <i>L. niger L</i> a las tres horas críticas de análisis.	55
CUADRO N. 8	Análisis de varianza de la actividad insecticida y repelente de las decocciones de <i>S. nigra L</i> , <i>T. zipaquirencis</i> y <i>F. artemisioides</i> en <i>L. niger L</i> a las 3 horas críticas.....	56
CUADRO N. 9	Prueba de Tukey al 5% de la actividad insecticida de la decocción de <i>S. nigra L</i> - <i>T. zipaquirencis</i> (grupo No. 1 y 2 y entre grupos) en <i>L. niger L</i> a las tres horas críticas de análisis.....	57
CUADRO N. 10	Prueba de Tukey al 5% de la actividad insecticida de la decocción de <i>S. nigra L</i> - <i>T. zipaquirencis</i> (grupo No. 1, 2, 3 y entre grupos) en <i>L. niger L</i>	59
CUADRO N. 11	Determinación de la DL50 de la decocción de <i>S. nigra</i> y <i>T. zipaquirencis</i> sobre <i>Lasius niger L</i>	61
CUADRO N. 12	Comparación de uso de saúco- zorrillo (20%-80%) frente a Baygon sobre <i>L. niger L</i>	64
CUADRO N. 13	Comparación costo/beneficio en uso de saúco- zorrillo (20%-80%) frente a Baygon sobre <i>L. niger L</i>	65
CUADRO N. 14	Cálculo del % de eficacia de las decocciones de saúco- zorrillo en diferentes concentraciones utilizando la ecuación de Sun-Shepard.....	66

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N. 1	Datos transformados a valores Probit del porcentaje de mortalidad de las decocciones de las decocciones de <i>S. nigra L</i> - <i>T. zipaquirencis</i> H en <i>Lasius niger L</i>	62
------------	---	----

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO N. 1	Determinación de la actividad insecticida de las decocciones de <i>S. nigra</i> L, <i>T. zipaquirencis</i> y <i>F. artemisioides</i> W entre grupos en <i>L. niger</i> L a las tres horas críticas de análisis.....	58
GRÁFICO N. 2	Determinación de la actividad repelente de las decocciones de <i>S. nigra</i> L, <i>T. zipaquirencis</i> y <i>F. artemisioides</i> W entre grupos en <i>L. niger</i> L a las tres horas críticas de análisis.....	60
GRÁFICO N. 3	Curva de dosis- efecto de las decocciones de <i>S. nigra</i> L- <i>T. zipaquirencis</i> H mezcla N.01 en <i>L. niger</i> L a las tres horas críticas de análisis.....	62
GRÁFICO N. 4	Curva de regresión lineal para la DL50 del Log de la dosis de las decocciones de <i>S. nigra</i> L- <i>T. zipaquirencis</i> H VS los valores Probit	

en <i>L. niger</i> L a las tres horas críticas de análisis.....	63
--	----

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA N. 1	Saúco (<i>Sambucus nigra</i> L) arbusto en flor	14
FIGURA N. 2	Clasificación científica de <i>Lasius niger</i> L hormiga obrera adulta.....	21
FIGURA N. 3	Hormigas negra (<i>Lasius niger</i> L) en fase larvaria.....	24
FIGURA N. 4	Morfología básica de una hormiga obrera	27

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍA N. 1	Tamizaje fitoquímico todos los ensayos para el saúco (<i>Sambucus nigra L</i>).....	35
FOTOGRAFÍA N. 2	Localización de los hormigueros en las afueras de los Laboratorios de la Facultad de Ciencias.....	42
FOTOGRAFÍA N. 3	Rotulación a los segmentos de hormigas en la línea guía de acuerdo a la mezcla de decocciones que se van a aplicar en el ensayo.....	42
FOTOGRAFÍA N. 4	Rotulación que corresponde la decocción de marco 60% zorrillo 40%. la rotulación del número 6 se utilizó para mayor facilidad, rapidez y agilidad en el ensayo.....	44
FOTOGRAFÍA N. 5	Aplicación del extracto de marco 60% zorrillo 40%. a	44

	los 10 minutos se observa las muertes de las hormigas.....	
FOTOGRAFÍA N. 6	Aplicación del control positivo Baygon en una fila guía de hormigas para la comprobación con el ensayo.....	44
FOTOGRAFÍA N. 7	Aplicación del blanco en una fila guía de hormigas para la comprobación con el ensayo.....	45
FOTOGRAFÍA N. 8	Aplicación de la concentración sauco 20%- zorrillo80% se puede observar la intensidad de repelencia y las hormigas muertas en el piso.....	45

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO N. 1	Actividad repelente de la decocción de saúco <i>S. nigra l</i> al 100% a las 3 horas de análisis.....	76
ANEXO N. 2	Porcentaje de mortalidad de <i>Lasius niger l</i> de decocciones de saúco <i>S. nigra L T. zipaquirencis</i> y <i>F. artemisioidesa</i> las 3 horas de análisis.....	76
ANEXO N. 3	Porcentaje de repelencia de <i>Lasius niger l</i> de decocciones de saúco <i>S. nigra L T. zipaquirencis</i> y <i>F. artemisioidesa</i> las 3 horas de análisis.....	77
ANEXO N. 4	Adeva de actividad insecticida de decocciones de saúco <i>S. nigra L T. zipaquirencis</i> y <i>F. artemisioidesa</i> las 3 horas de análisis.....	78
ANEXO N. 5	Equivalencia entre valores "Probit" y porcentaje de población	79

afectada.....

INTRODUCCIÓN

El reino vegetal en sus distintas formas ha sido factor decisivo en los diferentes estudios que han llevado a cabo de los fenómenos de la naturaleza. La identificación de algunas plantas útiles y otras dañinas nos han permitido llegar al conocimiento de productos químicos naturales extraídos de los vegetales. En general las plantas con el pasar de los años se han convertido en pequeños laboratorios que han llegado a metabolizar compuestos útiles para sí mismas y para otras especies que convivimos con ellas en este vasto planeta.

Pero también se han visto en la necesidad de elaborar metabolitos que les han permitido combatir el ataque de los insectos con acciones repelentes e insecticidas, de aquí nace el método de control de plagas con la elaboración de extractos, polvos y tinturas de vegetales. Luego de la segunda guerra mundial se dio inicio a una nueva era de insecticidas y plaguicidas sintéticos y en ese entonces se creyó que era el fin de los insecticidas naturales o fitoinsecticidas.

En la actualidad se conocen los efectos nocivos que traen consigo el uso de insecticidas y plaguicidas sintéticos, el acumulamiento tóxico en los tejidos grasos en animales y el hombre, el elevado tiempo de degradación que se ha convertido en un problema potencial y su efecto negativo incluye el impacto ambiental sobre la calidad de agua y los hábitats silvestres. Sin lugar a dudas los fitoinsecticidas constituyen una muy interesante alternativa de control de insectos además de que sólo se han evaluado muy pocos vegetales de las 250.000 especies que existen en el planeta.

Por otra parte las hormigas invasoras (*Lasius niger* L.), conocidas comúnmente como hormigas negras, tienen una reproducción acelerada, la reina puede poner aproximadamente hasta 200 huevos por día, los cuales eclosionan en 18 días estos insectos salen de sus colonias y las hormigas obreras se mantienen produciendo constantemente a lo largo del año, para llevar consigo alimento a sus colonias. Por este motivo las hormigas son consideradas una de las poblaciones más numerosas de insectos, que pueden invadir los hogares, jardines, plantaciones, áreas en donde se

almacenan los alimentos, etc. Además son una población que no presenta mayor requerimiento o utilidad, son más bien consideradas como plagas. Debido a esto es de importancia contar con un insecticida de tipo natural que no presente toxicidad para el hombre, animales y para el ambiente por lo que se está buscando utilizar las plantas con sus principios activos para la eliminación de insectos. Los pobladores del sector de Calpi y sus alrededores vienen utilizando el saúco (*Sambucus nigra L*) como un insecticida para ectoparásitos por conocimiento ancestral.

La presente Tesis tiene como objetivo comprobar y documentar la actividad del saúco (*Sambucus nigra L*), un árbol originario de Europa pero que ha sido introducido en nuestro país y que hoy en día se encuentra ampliamente distribuido; como repelente y/o insecticida para la hormiga (*Lasius niger L*).

Esta Tesis fue ejecutada en el Laboratorio de Fitoquímica de la Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, se utilizó un extracto acuoso del vegetal saúco *Sambucus nigra L*, por el método decocción, se realizaron ensayos in vivo para *Lasius niger L*, evaluando la mortalidad y la intensidad de repelencia en 3 horas, se determinó que el extracto acuoso de saúco *S. nigra L* no presenta actividad insecticida pero si actividad repelente.

Por lo que adicionalmente se evaluaron a las mezclas de los vegetales: saúco (*Sambucus nigra L*) con zorrillo (*Tagetes zipaquirencis*), saúco (*Sambucus nigra L*) con marco (*Franseria artemisioides W*) y marco (*Franseria artemisioides W*) con zorrillo (*Tagetes zipaquirencis*) en concentraciones de 20%-80%, 40%-60%, 60%-40% y 80%-20% para cada mezcla de extractos, se determinó la DL_{50} mediante la aplicación de un modelo experimental que es un diseño de bloques completamente al azar.

La mezcla de extracto de saúco (*S. nigra L*) con zorrillo (*T. zipaquirencis*) en concentración de 20%- 80% presentó la mayor actividad insecticida;estableciéndose una DL_{50} de 44.25% necesarios para matar al 50% de la población de *Lasius niger L*.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO.

1.1 INSECTICIDAS

La definición convencional de un insecticida es un compuesto químico que se utiliza para matar insectos, el mecanismo de acción que utiliza es la inhibición de enzimas vitales de los insectos; es un tipo de biocida. El origen etimológico de la palabra insecticida deriva del latín y significa literalmente matar insectos.

La importancia de los insecticidas radica en el control de plagas de insectos, para eliminar todos aquellos que afectan la salud humana y animal.

En el lenguaje cotidiano este término se utiliza para referirse a los productos que tienen la propiedad de matar insectos y de una forma restringida a las suspensiones en botes de aerosol, o como una crema para aplicación. (5)

1.1.1 CARACTERÍSTICAS IDEALES DE UN INSECTICIDA:

Un insecticida para ser considerado ideal debe presentar las siguientes características:

1. Gran especificidad, se refiere a que el producto debe afectar solamente al organismo específico sin ocasionar daños al resto de seres vivos y al medio ambiente.
2. Baja toxicidad en humanos el producto reviste un riesgo bajo tanto para sufrir intoxicaciones agudas como a exposiciones a bajas dosis.
3. Baja dosis letal. El insecticida es efectivo con poca cantidad.
4. Bajo costo. El producto tiene que ser barato de bajo costo.
5. De Característica latente El insecticida permanece en el lugar durante un período de tiempo matando a todo lo que se cruza.

Sin embargo actualmente estas características raramente están presentes en un mismo producto. (20)

1.2 INSECTICIDAS BOTÁNICOS:

Los insecticidas botánicos son de gran interés hoy en día debido a que se tratan, por de productos naturales, es decir son productos tóxicos derivados de plantas; los materiales vegetales han sido usados durante más tiempo que cualquier otro grupo, con la posible excepción del azufre, tabaco, piretro, derris, heleboro, acacia, alcanfor, y trementina son algunos de los más importantes productos vegetales en uso antes que comenzara la búsqueda organizada de insecticidas a comienzos de los años 40. (25)

El uso de los insecticidas botánicos inició en la década de los 60, y desde entonces ha declinado de manera continua. Ahora el piretro es el único producto botánico clásico que tiene un uso significativo. Algunos insecticidas más nuevos derivados de las plantas que han entrado en uso son denominados como florales o productos químicos con aroma de plantas e incluyen, entre otros, limoneno, cinnamaldehído y eugenol. Además, está la azadiractina extraída del árbol de neem la cual es usada en invernaderos. (26)

Las plantas son consideradas laboratorios naturales en donde se biosintetizan una gran cantidad de sustancias químicas y de hecho se les considera como la fuente de compuestos químicos más importante. El metabolismo primario de las plantas sintetiza compuestos esenciales y de presencia universal en todas las especies vegetales. Por el contrario, los productos finales del metabolismo secundario no son ni esenciales ni de presencia universal en las plantas. Entre estos metabolitos son comunes aquellos con funciones defensivas contra insectos, tales como alcaloides, aminoácidos no proteicos, esteroides, fenoles, flavonoides, glicósidos, glucosinolatos, quinonas, taninos y terpenoides. Estos compuestos no tienen un papel definido, e incluso se les llega a catalogar como “basura metabólica”. Sin embargo existen autores indican que constituyen señales químicas importantes del ecosistema. (25)

La concentración de los compuestos secundarios es variable, no existe ningún patrón, ni tampoco existen órganos especiales de almacenaje de metabolitos secundarios, sin embargo se estima que la mayoría de compuestos se hallen en las flores y en las semillas. (4)

Las plantas que son consideradas insecticidas han desarrollado sustancias llamadas aleloquímicos, como mecanismo de defensa cuando son atacadas por insectos. La evolución de estos compuestos se ha llevado a cabo a través de la activación de vías metabólicas secundarias, creando así compuestos cuya función es la de ser mensajeros para las mismas o distintas especies vegetales, regulando así defensivamente la presencia de insectos fitófagos. (6).

Estos compuestos aleloquímicos pueden actuar como atrayentes, estimulantes, repelentes o inhibidores de la alimentación o de la oviposición. La gran abundancia de estos compuestos en las plantas ofrece excelentes perspectivas para su extracción, identificación y uso como plaguicidas (6).

El efecto de tales sustancias no es tan agresivo ni fulminante como los insecticidas organosintéticos, pues éstos alteran el comportamiento y la fisiología al provocar repelencia, inhibición en el crecimiento, por lo que realmente deben ser llamados insectistáticos y no insecticidas en su mayoría. (6)

El uso de sustancias vegetales para el control de plagas no debe considerar la erradicación total del organismo-plaga, sino que debe procurar la restauración, preservación y la consolidación del balance de los ecosistemas. (6)

1.2.1 PLANTAS CON PROPIEDADES INSECTICIDAS.

Existen varias publicaciones que hacen listados de plantas con propiedades insecticidas. Por ejemplo, ya en 1950, Healetal. reportan aproximadamente 2.500 plantas de 247 familias con alguna propiedad insecticida o tóxica para insectos. Pero para usarlas, no basta con que una planta sea considerada como prometedora o con probadas propiedades insecticidas. Además se deben hacer análisis de riesgos al medio ambiente y a la salud. (28).

Además no es conveniente recomendar el uso de plantas que estén en vías de extinción, que sean difíciles de encontrar o que su utilización implique alteraciones importantes a la densidad en que se encuentran en la naturaleza. De esta forma y con la finalidad de obtener el máximo provecho de una planta con propiedades insecticidas, sin que ello implique un deterioro al ecosistema, se han enlistado las características que debe tener la planta insecticida ideal (28):

- 1.- Ser perenne.
- 2.- Estar ampliamente distribuida y en grandes cantidades en la naturaleza, o bien que se pueda cultivar.
- 3.- Usar órganos de la planta renovables como hojas, flores o frutos.
- 4.- No ser destruida cada vez que se necesite recolectar material (evitar el uso de raíces y cortezas).
- 5.- Requerir poco espacio, manejo, agua y fertilización.
- 6.- Tener usos complementarios (como medicinales).

7.- No tener un alto valor económico.

8.- Ser efectiva a bajas dosis.

Los insecticidas vegetales no deben ser considerados como productos inocuos en su totalidad, debido a que existe una gran cantidad de metabolitos vegetales son altamente tóxicos, un claro ejemplo es la cicuta (*Cicuta spp*), Schmutz y Breazeale (1986), en su libro “Plantas que envenenan” señalan alrededor de 120 especies de plantas que contienen alguna sustancia que es tóxica para el ser humano, mencionándose incluso especies tan comunes como el almendro, frejol, ajo, frutilla y manzano, entre otras. En consecuencia, no se debe olvidar que el potencial tóxico de una molécula se debe a la naturaleza de su estructura química y no a su origen. Como dijo Paracelso en 1564,: "la diferencia entre lo que mata y lo que cura es la dosis". (28).

1.2.2 LAS PLANTAS, PRECURSORAS DE INSECTICIDAS SINTÉTICOS.

Las plantas no solo se pueden usar directamente como insecticidas sino que también sus moléculas han servido como fuente para una serie de insecticidas sintéticos desarrollados en laboratorio. Uno de los problemas, desde el punto de vista del control de plagas, es que los insecticidas de origen vegetal luego de ser aplicados se descomponen rápidamente por acción de la luz y la temperatura por lo que su permanencia en la planta es muy baja (no más de 24 horas). (30)

Esto ha hecho que muchas empresas químicas multinacionales modifiquen en sus laboratorios las moléculas encontradas en las plantas de modo de poder darles una mayor persistencia y toxicidad en el campo. Esto presenta la ventaja que no se tenga que asperjar el cultivo o frutal prácticamente todos los días y no se arriesga la "depredación" de la planta con propiedades insecticidas. (30)

Un ejemplo de esto lo constituyen dos familias de insecticidas de uso masivo en el ámbito agrícola, urbano y médico. Como son los piretroides y los carbamatos que

son derivados sintéticos de moléculas aisladas de plantas como piretro (*T. cinerariaefolium*) y haba de calabar (*Physostigmavenenosum*), respectivamente. (28)

1.2.3. MECANISMOS DE ACCIÓN DE INSECTICIDAS VEGETALES.

La mayoría de las especies de plantas que se utilizan en la protección vegetal, exhiben un efecto insectistático más que insecticida. Es decir, inhiben el desarrollo normal de los insectos. Esto lo pueden hacer de varias maneras que a continuación se describen. (18)

1.2.3.1 REGULADORES DE CRECIMIENTO

Este efecto se puede manifestar de varias maneras. La primera son aquellas moléculas que inhiben la metamorfosis, es decir evitan que ésta se produzca en el momento y tiempo preciso. (28)

Otros compuestos hacen que el insecto tenga una metamorfosis precoz, desarrollándose en una época que no le es favorable. Por último, también se ha visto que determinadas moléculas pueden alterar la función de las hormonas que regulan estos mecanismos de modo que se producen insectos con malformaciones, estériles o muertos. (18)

1.2.3.2. INHIBIDORES DE LA ALIMENTACIÓN

La inhibición de la alimentación es quizás el modo de acción más estudiado de los compuestos vegetales como insecticidas. Inhibidor de la alimentación es aquel compuesto, que luego de una pequeña prueba, el insecto se deja de alimentar y muere

por inanición. Muchos de los compuestos que muestran esta actividad pertenecen al grupo de los terpenos y se han aislado principalmente de plantas medicinales originarias de África y la India. (18)

1.2.3.3.REPELENTES

El uso de plantas como repelentes es muy antiguo pero no se le ha brindado toda la atención necesaria para su desarrollo. Esta práctica se realiza básicamente con compuestos que tienen mal olor o efectos irritantes como son entre otros el ají y el ajo. Un claro ejemplo lo podemos observar en las prácticas realizadas por los indígenas de Guatemala y Costa Rica que suelen "pintar" o espolvorear con ají los recipientes en los que almacenan maíz y frejol para que no se "agorroje" y además espantar a los roedores. (28)

1.2.3.4.CONFUSORES

Los compuestos químicos de una determinada planta constituyen una señal inequívoca para el insecto para poder encontrar su fuente de alimento. De hecho hay casos como el de la mariposa monarca, que se alimenta de una planta altamente venenosa, para otros organismos, la cual identifica por la presencia de esta sustancia tóxica. Una forma de usar esta propiedad en el Manejo Integrado de Plagas (MIP) ha sido poniendo trampas ya sea con aspersiones de infusiones de plantas que le son más atractivas al insecto o de la misma planta pero en otras zonas de modo que el insecto tenga fuentes de estímulo y no sea capaz de reconocer la planta que nos interesa proteger. Otra opción es colocar trampas de recipientes que contengan extractos en agua de la planta de modo que los insectos "aterricen" en las trampas y no en el cultivo. (28)

1.2.4. REPELENTES DE INSECTOS

Históricamente, los repelentes han incluido humo, plantas que cuelgan dentro de las habitaciones o que son frotadas sobre la piel como plantas frescas o como sus coceduras, aceites, breas, alquitranes, y varias tierras aplicadas al cuerpo. Antes que fuera desarrollado un buen conocimiento sobre el sentido del olfato y el comportamiento en los insectos, se creía erróneamente que si una sustancia era repugnante para los humanos sería igualmente repelente para los insectos molestos.(4)

En 1999, la EPA ha registrado un nuevo repelente de insectos, N-metilneodecanamida. En lugar de ser usado sobre los humanos para repeler a los insectos, se aplica a los pisos, paredes y otras superficies de las casas para repeler cucarachas y hormigas. (5).

1.2.5. VENTAJAS DE LOS INSECTICIDAS VEGETALES

1. Son más amistosos con el medio ambiente.
2. Muchas veces poseen otros usos como medicinales o repelentes de insectos caseros.
3. Su rápida degradación puede ser favorable, pues disminuye el riesgo de residuos en los alimentos.
4. Algunos pueden ser usados en interiores disminuyendo la contaminación. Su toxicidad es menor que la de los insecticidas convencionales o sintéticos.
5. Varios actúan rápidamente inhibiendo la alimentación del insecto, aunque a la larga no causen la muerte del parásito.
6. Debido a su acción estomacal y rápida degradación, pueden ser más selectivos con insectos de plaga y menos agresivos con los enemigos naturales.
7. Muchos de estos compuestos no causan fitotoxicidad.

8. Desarrollan resistencia más lentamente que los insecticidas sintéticos.(18)

1.2.6 DESVENTAJAS DE LOS INSECTICIDAS VEGETALES:

1. No todos son insecticidas sino que muchos son insectistáticos. Esta cualidad los hace ejercer una acción más lenta.
2. Se degradan rápidamente con los rayos ultravioleta, por ende, su efecto residual tiende a ser bajo.
3. No todos los insecticidas vegetales son menos tóxicos que los sintéticos.
4. Los límites máximos de residuos no están establecidos.(18)

1.2.7 RESISTENCIA A LOS INSECTICIDAS VEGETALES.

La mayoría de los insecticidas vegetales son extractos que están constituidos por un grupo de ingredientes activos de diversa naturaleza química. Del punto de vista de la resistencia la baja estabilidad de los insecticidas vegetales es un factor positivo pues será de muy baja probabilidad que dos extractos sean siempre iguales por lo que la presión de selección sobre la plaga no será siempre la misma. Esto se debe a que aunque en el extracto se encuentren los mismos elementos no siempre estarán a las mismas concentraciones. En general, la resistencia por parte de los insectos tarda más tiempo en desarrollarse a una mezcla de ingredientes activos naturales que a cualquiera de sus componentes por separado. (28)

Esto puede deberse a que es más difícil destoxificar a un complejo de sustancias que a una sola molécula. Por ejemplo en una evaluación de laboratorio el áfido *Myzus persicae* cuando se le aplicó azadiractina sola, en 35 generaciones fue

capaz de desarrollar un nivel de resistencia nueve veces superior a la raza inicial. En cambio con el extracto de neem (que contenía la misma concentración de azadiractina) en el mismo período no mostró indicios de resistencia. (28)

1.2.8 EXPECTATIVAS PARA EL USO DE INSECTICIDAS VEGETALES

En la actualidad la agricultura orgánica es un mercado que demanda de insecticidas botánicos, ya que existen varias razones por las que no es conveniente utilizar productos químicos convencionales. (31)

Este mercado se encuentra en expansión y por lo general tiene altas tasas de retorno, por lo que se le ha considerado un segmento al cual atender. Pero existe también la contraparte por la cual los agricultores retornan al uso de insecticidas agroquímicos debido a que en ocasiones no se cumplen los resultados esperados. (30)

La insuperable ventaja que presentan estos insecticidas es la de ser compatibles con otras opciones de bajo riesgo aceptables en control de insectos, tales como feromonas, aceites, jabones, hongos entomopatógenos, depredadores y parasitoides, entre otros, lo que aumenta enormemente sus posibilidades de integración a programas de manejo integrado de plagas. (31)

1.2.8.1.CUALIDADES ÓPTIMAS DE UN INSECTICIDA COMERCIAL.

Para que un insecticida alcance un uso amplio en la práctica agrícola debe reunir determinadas condiciones básicas, entre las que pueden destacarse como más importantes las siguientes:

- 1. Efectividad:** El insecticida ha de ser eficaz en la destrucción de la plaga contra la cual se aplica.

2. **Selectividad:** debe destruir únicamente los insectos dañinos, sin perjudicar la flora y fauna beneficiosa.
3. **Economía:** Tiene que producir unos beneficios que superen el gasto que supone su utilización.
 Por regla general se considera que el uso de un plaguicida es recomendable cuando el gasto a realizar es inferior al 20% de incremento sobre la cosecha que se obtendría sin combatir la plaga. También se considera económico cuando, siendo efectivo, el costo del tratamiento representa un 5% del valor de la cosecha. Además, en todo caso debe resultar competitivo con respecto a los otros medios de lucha.
4. **Seguridad:** no puede ser fitotóxico, ni constituir un peligro para la salud del hombre o de los animales domésticos.
5. **Posibilidad de formulación:** el plaguicida deberá ser compatible con algunos de los posibles soportes y diluyentes, dando lugar a formulaciones estables y efectivas.
6. **Estabilidad:** debe conservar su capacidad de acción durante un tiempo suficiente. (32)

1.2.8.2.SELECTIVIDAD:

La selectividad de un producto para un insecto puede basarse en las características específicas de su penetración en los tejidos o de pauta metabólica dentro de su organismo. El ataque produce una lesión una "lesión bioquímica" que consiste, normalmente, en la inhibición de una enzima. (18)

Los síntomas de la intoxicación son consecuencia de una lesión bioquímica. El problema se centra en encontrar moléculas que tengan selectividad por alguna de las causas dichas. Se da el nombre de selectóforo al grupo químico funcional que confiere selectividad a un plaguicida. (31)(18)

1.2.8.3. SELECTIVIDAD POR ACCIÓN EN LOS TEGUMENTOS.

Como la piel de los mamíferos y los tegumentos de los artrópodos presentan diferencias muy notables, puede esperarse que existan compuestos que no penetren a través de la piel y de determinados tipos de tegumentos, y en cambio penetren en otros. Desgraciadamente se poseen muy pocos datos sobre la relación entre estructura química y facilidad de penetración.

La diferencia o semejanza entre la polaridad del insecticida y la de los tejidos es fundamental para la capacidad de penetración. Es conocido que las moléculas con grupos muy polares o los iones no atraviesan las cutículas lipoideas. (31)

1.2.8.4. SELECTIVIDAD POR DIFERENCIAS EN EL METABOLISMO.

Las diferencias en el metabolismo entre mamíferos e insectos, e incluso entre las diferentes especies de insectos, pueden servir de base a la obtención de insecticidas altamente selectivos para determinadas especies que, a la vez, posean un nivel de toxicidad bajo para mamíferos. Los insecticidas se metabolizan en los tejidos específicos, transformándose en productos generalmente inactivos; pero, en ocasiones, pueden dar productos de mayor toxicidad. (31)

1.2.8.5. DIFERENCIAS POR FIJACIÓN

El grado de desarrollo del sistema excretor y la capacidad de almacenamiento influyen en la toxicidad de los insecticidas.

También es importante la posibilidad de almacenamiento del compuesto tóxico en algunos tejidos, donde no ejerzan su acción tóxica. (30)

1.2.8.6.DIFERENCIAS DE PENETRACIÓN Y DE FIJACIÓN

Algunas barreras fisiológicas pueden retardar o impedir el acceso del producto a los tejidos sensibles. Por ejemplo, se comprobado que los insecticidas cargados positivamente no pueden atacar al sistema nervioso central de los mamíferos, ni al de los insectos, debido a que ambos poseen barreras protectoras que impiden el paso de los cationes. Si se llega a conocer los mecanismos de ataque de los insecticidas se podrá preparar compuestos con una selectividad prevista. (31)

1.3. EL SAÚCO:

1.3.1 BOTÁNICA.

1.3.1.1. Clasificación científica:

Reino: Plantae

Subreino: Tracheobionta

División: Maagnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Asteridae

Orden: Dipsacales

Familia: Adoxaceae

Género: *Sambucus*

Especie: *S. nigra*(47)

1.3.1.2. Descripción botánica

Es un arbusto caducifolio de 4-5m de altura. Tronco con corteza suberosa y ramas con médula blanquecina muy desarrollada. (39) Hojas pecioladas, dispuestas en pares opuestos, de 10-30 cm de largo, pinnadas con 5-7 folíolos, cada uno de 5-12 cm de largo y 3-5 cm de ancho, con margen serrado, con nervadura central por debajo. Es una hermafrodita: las flores en grandes corimbos en terminales (notablemente aplanados), de 10-25 cm de diámetro, flores individuales blancas, 5-6 mm de diámetro, con 5-pétalos dentados; polinizado por avispas. Florece a mediados de verano. (39)

El fruto una baya (tiene restos de cáliz en forma de corola) púrpura negruzca de 3-5 mm de diámetro, en grupos caedizos a fines del otoño; son importante alimento de muchas aves, notablemente *Sylvia atricapilla* (cabecita negra). (47)



Figura N. 1 Sáuco. (*Sambucus nigra* L.) Arbusto en flor.

FUENTE: <http://www.es.wikipedia.org/sauco>

1.3.1.3.Nombres comunes:

Sambucus nigra L , el saúco negro o saúco común, o, simplemente, Saúco, es una especie de saúcos perteneciente a la familia de las adoxáceas. (39)

1.3.1.4.Importancia Ecológica:

Especie Primaria / Secundaria. Abunda en el ecotono, entre la selva baja caducifolia y el bosque de encino.Especialmente en vegetación secundaria. (32)

1.3.1.5 Multiplicación:

Tanto por semillas como por esquejes. Por semilla es algo difícil debido a complejas condiciones de letargo, abarcando a la cubierta de la semilla como al embrión.Probablemente sea muy bueno tratarlas con una "estratificación cálida" de meses a temperaturas de 25 a 30 °C; y luego 3 a 5 meses de estratificación fría a 4-6 °C (47) Estas condiciones se dan naturalmente plantando las semillas a fines del verano, debiendo presentarse la germinación en la primavera siguiente.Las estacas de madera suave, se enraízan con facilidad bajo vidrio, si se cogen en primavera o en otoño; siendo el método más usado. (47)

1.3.1.6. Propiedades:

Sambucusnigra L, ha sidoutilizadodurantesiglosparaayudar con la inflamación, tos, fría y la gripe y como un diurético, laxante y eméticoparaayudar a eliminar el cuerpo de toxinas. (44)

Las flores y los frutos de la planta contienen flavonoides y se utilizan como antioxidantes y para el sistema inmune. Se han realizado estudios científicos para tratar de comprobar su eficacia con respecto a la gripe, sinusitis bacteriana, bronquitis y habilidades de disminución del colesterol. (44)

Existen diferentes campos de acción en esta planta; unos aceptados por la medicina tradicional y otros solo por la popular. Estos son algunos de los beneficios que podemos encontrar con el uso de esta planta. (39)

1.3.1.7. Homeopatía:

El homeopático “*Sambucus nigra*” se utiliza para: Estornudos en niños pequeños y lactantes. Debilidad en niños. (36)

1.3.1.8. Indicaciones Académicas:

Para fines medicinales se utiliza para: Fiebre acompañada de sudoración, <http://www.rdnatural.es/enfermedades/afecciones-diversas/resfriados/gripe,tos>. Es un estimulante de las defensas naturales del organismo. (45).

El saúco también está siendo estudiado en caso de actividad potencial contra otras enfermedades virales, incluyendo VIH y herpes. (44)

1.3.1.9. Usos caseros:

Es una planta medicinal y planta ornamental. Es citada también como planta venenosa a mamíferos, y maleza. Se emplea en los mismos casos que en la medicina académica y la homeopática, pero además:

1. Enfermedades infecciosas.
2. Impurezas de la piel.

3. Depurativo de la sangre.
4. Mal olor corporal.
5. Reuma.
6. Gota.
7. Inflamaciones bucofaríngeas:afonía,aftas, amigdalitis,encías sangrantes, gingivitis.
8. Faringitis (enjuagues y gargarismos).
9. Bronquitis.
10. Irritaciones oculares: Uso externo.
11. Manchas en la piel: Uso externo. (44).

Las cabezas florales se usan en infusión, dando una bebida refrescante, muy usada en el norte de Europa y en los Balcanes. Comercialmente se vende como "cordial de flor de saúco", etc. (53).

El follaje, intensamente oloroso, se usaba en el pasado, atado al caballo, para evitar moscas, mientras se cabalgaba. (45)

Se utiliza en sahumerios para problemas de la piel y en infusión para calmar la tos, como sudorífico, lavar los ojos, manchas en rostro, en gargarismos para las anginas y las encías inflamadas. (45)

Las hojas se utilizan para diferentes afecciones (hemorroides, reuma, catarros, afecciones pulmonares e intoxicaciones) por sus propiedades antiinflamatorias y diuréticas. (44)

Los estadounidenses nativos usaron el té hecho de flores de saúco para tratar las infecciones respiratorias. También usaron las hojas y flores en cataplasmas aplicadas a las heridas, y la corteza, de acuerdo a la edad, como laxante. Con frecuencia las bayas son hechas en bebidas, pies y conservas, pero también han sido usadas para tratar la artritis. (53, 54).

1.3.2. Contraindicaciones y efectos secundarios:

En dosis adecuadas, no son de temer. Las hojas y la corteza deben usarse con precaución ya que se han detectado irritaciones gastrointestinales. Las bayas inmaduras son ligeramente tóxicas. Generalmente, las flores de saúco son consideradas seguras. Los efectos secundarios son raros y principalmente consisten de reacciones alérgicas. No obstante, la seguridad en niños pequeños, mujeres embarazadas o enfermas o quienes tienen enfermedad hepática o renal severa no se ha establecido. (44, 42)

1.3.2.1.Sustancias activas:

Los principales componentes de las flores son los aceites esenciales, los glucósidos sudoríficos, los flavonoides, mucílago y sales proteicas. (54)

En las hojas y en la corteza se ha detectado un glicósido que descompone el ácido prúsico. Puede ser que también lo contengan los frutos inmaduros. Por último, los frutos maduros son ricos en vitaminas, minerales, azúcares reductores, pectinas, ácidos orgánicos y otras sustancias. (47)

1.3.2.2.Estudios publicados:

Estimula el sistema inmunitario, el antioxidante extracción propiedades en sauco puede ayudar a reducir los síntomas de la gripe, mejorar la tos, dolores de cabeza y fiebre, así como reducir la secreción de moco sinusal excesiva en la sinusitis. Según News.com naturales, los ensayos clínicos realizados en Noruega e Israel mostraban un tiempo de recuperación más rápido de la gripe con extracto de sauco en comparación con la medicina prescrita Tamiflu. Informó que los flavonoides en extracto de saúco ayudó a estimular el sistema inmunitario. Antocianinas en las bayas tenían un anti efecto inflamatorio, reducir los dolores, dolores y fiebre. (44).

a. Antiviral: Drugs.com compilado los estudios que se realizaron con extracto de saúco contra el virus del herpes y el VIH. Extracto de saúco fue capaz de detener

la replicación del virus herpes y reducir la infectividad del VIH. Los institutos nacionales de salud afirma que se necesita más investigación para demostrar esta relación beneficiosa. (44)

- b. Antioxidante:* Los flavonoides y antocianinas en extracto de sauco pueden ayudar a reducir la inflamación y disminuir los efectos perjudiciales de los radicales libres. Se han hecho estudios en animales para intentar verificar esta relación beneficiosa, sin embargo, los institutos nacionales de la salud informa que se necesita más investigación para determinar claramente si este efecto se ve en los seres humanos. (44)
- c. Reduce el colesterol:* Un estudio realizado por Murkovic, Abuja y Bergmann encontrado extracción pequeñas mejoras en los niveles de colesterol en los grupos tratados con saúco. Youdim, Martin, y Joseph también encontró que el extracto de sauco puede jugar un papel en la reducción de colesterol LDL. Los institutos nacionales de salud afirma que se necesitan investigaciones adicionales antes de que una conclusión se llega y desaconseja el uso del extracto de saúco solo en el tratamiento del colesterol alto. Se debe notificar a su médico si está interesado en el uso de sauco extracto para ayudar en el tratamiento del colesterol alto. (45)

1.4.EXTRACTO ACUOSO:

Es una sustancia obtenida por extracción de una parte de una materia prima, a menudo usando un solvente como etanol o agua. Los extractos pueden comercializarse como tinturas o en forma de polvo. (32)

Los principios aromáticos de muchas especias, frutos secos, hierbas, frutas, etcétera y algunas flores se comercializan como extractos, estando entre los extractos auténticos más conocidos los de almendra, canela, clavo, jengibre, limón, nuez moscada, naranja, menta, pistacho, rosa, hierbabuena, vainilla, violeta y té de Canadá. (40)

1.4.1 Extracto acuoso de saúco.

La preparación del extracto de saúco puede realizarse de la siguiente forma 11 de agua hirviendo sobre 100 g de flores de saúco, tapar, dejar reposar durante 12 horas. Colar. La decocción se puede utilizar para enriquecer y aromatizar el agua de baño, al mismo tiempo que calma la piel y combate irritaciones, granos y quemaduras. (41)

1.4.2. Método decocción

La decocción es una extracción en agua de determinadas partes vegetales, a la cual se le da un cierto tiempo de ebullición. Dependiendo de la consistencia de las partes a extraer, se darán tiempos de decocción más o menos largos; generalmente, las raíces, hojas, flores y pedúnculos foliados se hierven en agua durante unos 15 minutos, mientras que las ramas y otras partes más duras pueden precisar hasta una hora, tiempo durante el cual deberá ir reponiéndose el agua evaporada. Una vez hecha la decocción hay que filtrar el líquido mediante un paño, exprimiendo bien el líquido de las partes cocidas. Hay que tener la precaución de no almacenar las decocciones, no se deben conservar más allá de 48 horas; preferentemente se prepararán para aplicar en el momento. (33)

1.5 . HORMIGA (*Lasius niger*L.)

Nombre latín: *Lasius niger* L.

Nombre vulgar: hormiga negra, hormiga común, hormiga invasora, hormiga casera.

1.5.1. Clasificación científica:



Reino: Animalia

Filo: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Hymenoptera

Familia: Formicidae

Subfamilia: Formicinae

Tribu: Lasiini

Género: *Lasius*

Especie: *L. niger*

Figura N. 2 Clasificación científica de *Lasius niger* L. hormiga obrera adulta

FUENTE: http://www.es.wikipedia.org/lasius_niger

1.5.2. Aspectos generales:

Es un pequeño insecto himenóptero de los trópicos y zonas templadas que corresponde a unas 3500 especies de la familia formícidos. Todas las hormigas conocidas son sociables; viven en colonias, que pueden estar compuestas por unos pocos individuos, como en la tribu ponerinos, o por muchísimos de ellos, hasta 100 000 o más, como es el caso de la hormiga roja (*Formica rufa*). Son reconocibles por su "cintura", formada por un estrecho segmento, o segmentos, entre el tórax y el abdomen. (55) Las colonias de *Lasius niger* son monogínicas, con una reina por hormiguero. Las obreras tienen una medida comprendida entre 3 y 4 mm de longitud, su coloración varía del marrón oscuro al negro con reflejos grises. (54)

Lasius niger es una hormiga de la subfamilia Formicinae, del género *Lasius* que se encuentra en toda Europa y en algunas partes de América del Sur y Asia. Las obreras son de color negro con reflejos grises y medida de 3 a 5 mm y la reina puede ser de hasta 11 mm (normalmente de 9 mm). (55) Las colonias de *Lasius niger* pueden alcanzar un tamaño máximo de alrededor de 15.000 individuos, pero la media es alrededor de 4.000 -7.000 individuos. La reina de *Lasius niger* puede vivir durante unos 12 años. (55, 56) Se encuentran en los jardines e invaden los espacios interiores. Los hormigueros pueden ser subterráneos o aprovechar grietas o hendiduras en piedras y muros. Su actividad se desarrolla principalmente en las ramas de árboles o plantas de porte arbustivo donde se alimentan de las secreciones de los pulgones. A cambio las hormigas ofrecen protección a los pulgones y a su vez a la planta de ataques de depredadores. Cuando invaden espacios interiores es muy común encontrarlas en el interior de las instalaciones eléctricas ocupándolas para la instauración del hormiguero, las despensas, y lugares en donde haya alimentos. (54, 55)

1.5.3. Ciclo vital:

1.5.3.1 Los vuelos nupciales:

Los vuelos de apareamiento o vuelos nupciales se producen en los meses de verano en Europa y en América en otoño. Los vuelos son masivos y pueden llegar a ser de miles de hormigas. (37) Si el verano es largo y caluroso los vuelos se pueden producir simultáneamente en una gran extensión de terreno. (36)

Una vez las que se ha producido la cópula y la reina están fecundadas, se posan en el suelo, se arrancan las alas y comienzan a buscar un lugar donde excavar el hormiguero. (37)

Los machos mueren poco tiempo después de haber fecundado a la reina. Normalmente sólo aparecen en ciertas épocas del año, pues no sobreviven mucho al apareamiento ni se les admite en el nido tras el vuelo nupcial. (37,58)

La reina fecundada excava un túnel poco profundo en la tierra para luego tapar la entrada. Una vez tapado el túnel, la reina comienza a poner huevos que en unas 8-10 semanas se convertirán en las primeras obreras. En este período la reina se nutre de las proteínas que tenía acumuladas en los músculos de las alas. A veces puede llegar a comerse algunos de sus huevos para sobrevivir. (37)

La reina pone huevos pequeños y blanquecinos, con una superficie adherente para ser transportados con facilidad. Cuando esos huevos eclosionan salen unas pequeñas larvas que son alimentadas y atendidas por la reina. Una vez esas larvas se han desarrollado lo suficiente tejen un capullo alrededor de ellas y comienza un período de metamorfosis. Llegado el momento, la crisálida rompe el capullo y sale una hormiga adulta. Ésta en un principio es blanca pero al poco tiempo se oscurece y termina siendo negra. (37)

1.5.3.2. Fase larvaria:

Las larvas se alimentan de materia líquida regurgitada. Unas obreras entregan el alimento a las demás; entre las hormigas se advierten las mismas relaciones

trofalácticas que entre las abejas. Algunas hormigas primitivas (ponerinos) entregan los insectos capturados a las larvas, que son capaces de rasgarlos en pedazos. (37)

Cuando llega el momento, las larvas se transforman en pupas, en algunos casos previa formación de un capullo. Una vez adquirida la forma adulta, las obreras ayudan a la hormiga a salir de su envoltura. La casta a de una hormiga es determinada por la cantidad de alimento que recibe durante el estadio larvario. Las destinadas a reproductoras son alimentadas con una dieta rica en proteínas, mientras que las obreras la reciben fundamentalmente de hidratos de carbono. El sexo está genéticamente determinado: como en todos los himenópteros, las hormigas hembra, es decir, las reinas y obreras, tienen cromosomas XX y los machos XY. (37, 55)



Figura N. 3 Hormigas negras *Lasius niger* en fase larvaria.

FUENTE: Álvarez, R

1.5.4. Tipo de alimentación:

Son generalmente omnívoras. La mayoría de las hormigas comen una variedad de insectos pequeños que capturan, insectos muertos que encuentran y néctar o zumo dulce (ligamaza). Necesitan una ración equilibrada de carbohidratos y proteínas; las proteínas son necesitadas especialmente por la reina para producir huevos y por las

larvas para crecer. También cuidan pulgones que luego ordeñan, pues éstos producen una secreción dulce y pegajosa. (49)

Las colonias de hormigas viven en una gran diversidad de estructuras, generalmente construidas por ellas mismas. Muchas abren galerías en el suelo, con numerosas cámaras repartidas por el fondo del nido. En esas cámaras mantienen a las crías, almacenan semillas para alimentarse, e incluso cultivan hongos sobre lechos de hojas maceradas. Estos hongos son típicos de las hormigas tropicales de la tribu atinos, cortadoras de hojas, que rasgan los árboles cercanos para obtener material con el que criarlos, puesto que las larvas se alimentan de bromacios, cuerpos que sólo produce el hongo bajo tierra. (49,50)

1.5.5. Descripción morfológica:

El cuerpo de las hormigas está claramente dividido en tres partes: la cabeza, el tórax y el gáster (la estrecha cintura está localizada en el abdomen, a la parte del abdomen después de la cintura se le denomina, ala parte del gáster). La cintura puede tener uno o dos segmentos pequeños. (48)

Tienen unas características morfológicas distintas de otros insectos, como las antenas en codo, glándulas metapleurales y una fuerte constricción de su segundo segmento abdominal en un peciolo en forma de nodo. (48)

La cabeza, mesosoma (el tórax más el primer segmento abdominal, fusionado a éste) y metasoma o gáster (el abdomen menos los segmentos abdominales del peciolo) son sus tres segmentos corporales claramente diferenciados. (48)

El peciolo forma una cintura estrecha entre su mesosoma y el gáster. El peciolo puede estar formado por uno o dos nodos (sólo el segundo, o el segundo y tercer segmento abdominal). (48)

Las hormigas cuentan con exoesqueleto, una cobertura exterior que sirve de carcasa protectora alrededor del cuerpo y de punto de anclaje para los músculos, en contraste

con el endoesqueleto de los humanos y otros vertebrados. Los insectos no tienen pulmones; el oxígeno y otros gases como el dióxido de carbono atraviesan el exoesqueleto a través de unas minúsculas válvulas llamadas espiráculos. (48)

Los insectos también carecen de vasos sanguíneos cerrados (sistema circulatorio abierto); en cambio, tienen un tubo perforado, largo y delgado (denominado «aorta dorsal»), que se extiende por la parte superior del cuerpo y que hace las funciones de corazón y bombea hemolinfa hacia la cabeza, gobernando así la circulación de los fluidos internos. (49)

El sistema nervioso se compone de un cordón nervioso ventral que se extiende a lo largo del cuerpo, con varios ganglios y ramas que llegan a los extremos de los apéndices. (48,49)

Sus seis patas están ancladas al mesosoma (tórax). Una garra ganchuda situada al final de cada pata ayuda al animal a escalar y a engancharse a varios tipos de superficies. La mayoría de las reinas y los machos tienen alas; las reinas las pierden después del vuelo nupcial, dejando unas marcas visibles que son un rasgo distintivo de las reinas. Sin embargo, en algunas especies las reinas y los machos tampoco tienen alas. (48)

El metasoma (abdomen) de las hormigas alberga órganos internos importantes, incluidos los del sistema reproductor, respiratorio (tráquea) y excretor. Las obreras de muchas especies tienen el ovipositor modificado en un aguijón que usan para someter a las presas y defender sus nidos. (51)

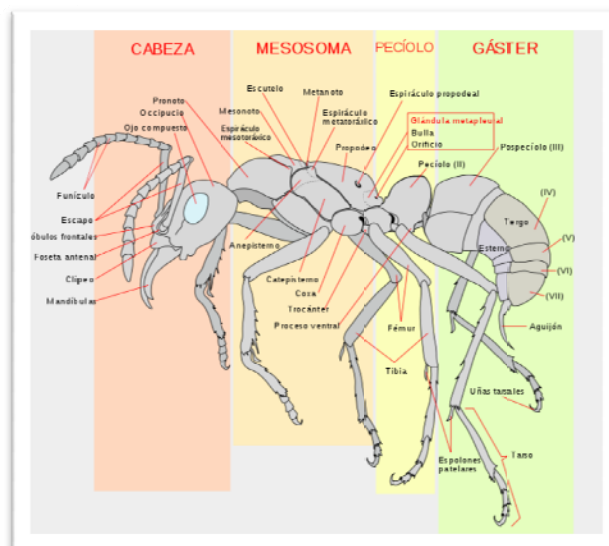


FIGURA N. 4 Morfología básica de una hormiga obrera

FUENTE: http://es.wikipedia.org/wiki/ant_worker_anatomy

1.5.6. La hormiga como plaga:

Algunas especies de hormigas son consideradas plagas y, debido a la naturaleza adaptativa de sus colonias, eliminarlas por completo es casi imposible. Por lo tanto, la gestión de plagas se centra en controlar las poblaciones locales, en lugar de intentar eliminar una colonia entera, y la mayor parte de las tentativas para su control son soluciones temporales. (47)

1.5.6.1. Como especies invasoras:

Entre los cien peores organismos invasores incluidos en la Base de Datos Global de Especies Invasoras, compilada por la UICN/SSC InvasiveSpeciesSpecialistGroup (ISSG), se encuentran hormigas como: *Anoplolepis gracilipes*, *Linepithema humile*, *Pheidole megacephala*, *Solenopsis invicta* y *Wasmannia auropunctata*, *Lasius niger*. (40).

Las hormigas invasoras tienen gran impacto en los ecosistemas al afectar su composición y sus interacciones ecológicas. Por ejemplo, varían la composición de las hormigas nativas y afectan sus importantes roles como predadoras, carroñeras, herbívoras, detritívoras y granívoras, así como su función como fuente alimenticia de una variedad de especies especializadas en hormigas. (39,40)

Alteran también interacciones especializadas con plantas en la dispersión de semillas, la polinización, la protección de plantas mirmecófilas y con animales como los hemípteros productores de mielatos. (40)

Los ecosistemas de islas son especialmente sensibles a las hormigas invasoras, sobre todo en las islas oceánicas donde hay pocas especies de hormigas y las invasoras no encuentran competidores o predadores. Muchos invertebrados nativos pueden allí declinar o incluso extinguirse al no tener adaptaciones defensivas contra las hormigas exóticas. (41)

1.5.6.2 Daños /Enfermedades transmitidas / Importancia sanitaria de Hormigas invasoras

Estas hormigas, notablemente perjudiciales, son una plaga tanto doméstica como de la agricultura. Invade las casas y sus alrededores más inmediatos, formando anchos caminos aún dentro de las habitaciones, atacando toda clase de sustancias dulces, así como carne.

Perjudica indirectamente a las plantas cultivadas por proteger y difundir pulgones y cóccidos, aprovechando de éstos ciertas secreciones azucaradas que les sirven de alimento. (47)

CAPÍTULO II

2 PARTE EXPERIMENTAL

2.1 LUGAR Y PRUEBAS DE ENSAYO.

El presente trabajo de investigación se desarrolló en el Laboratorio de Fitoquímica de la Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y los

jardines de la Facultad en función a las diversas determinaciones y ensayos in vivo que se debieron realizar.

2.2 FACTORES DE ESTUDIO

Los factores de estudio fueron los insectos o plagas de hormigas *Lasius niger L.* y el comportamiento que tuvieron frente a las diferentes concentraciones de saúco (*Sambucus nigra L.*), zorrillo (*Tagetes zipaquirencis H*) y marco (*Franseria artemisioides W*).

2.3 MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS

2.3.1 MATERIAL BIOLÓGICO

- *Lasius niger L.* hormiga negra o común, con un tamaño que oscila entre 0.3 y 0.5 cm, de cuerpo negro fácilmente identificable.

2.3.2. OBTENCIÓN DEL MATERIAL VEGETAL.

La elección de la materia prima se realizó en dependencia de su accesibilidad, disponibilidad, tomando en cuenta el mayor porcentaje de principio activo que posee en cada una de sus partes, (flores y hojas). El material vegetal se recolectó en los jardines de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

CUADRO N. 01

VEGETAL ELEGIDO PARA LA OBTENCIÓN DELADECOCIÓN, LUGAR DE PROCEDENCIA.

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	LUGAR DE PROCEDENCIA
SAÚCO	<i>Sambucus nigra L</i>	Jardines de la ESPOCH
MARCO	<i>Franseria artemisioides W</i>	Jardines de la ESPOCH
ZORRILLO	<i>Tagetes zipaquirensis H</i>	Jardines de la ESPOCH

FUENTE: MARITZA ORTUÑO T.

2.3.3. OBTENCIÓN DE LOS INSECTOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD INSECTICIDA.

Para realizar la presente investigación se localizó hormigueros cercanos a la Facultad de Ciencias en los que se aplicaron las diferentes concentraciones de: saúco (*Sambucus nigra L.*), zorrillo (*Tagetes zipaquirensis H*) y marco (*Franseria artemisioides W*).

2.3.4. EQUIPOS

- Balanza analítica (Boeco)
- Balanza técnica (ELB 300)
- pH metro (JENWAY 430)
- Refractómetro (WARSZAWA)
- Reverbero Eléctrico
- Computadora TOSHIBA (dv4)
- Cámara Digital

2.3.5. MATERIALES DE LABORATORIO

- | | |
|--------------------------|--------------------------|
| - Vasos de precipitación | - Pipetas 1, 5, 10 mL |
| - Probetas | - Vasos de precipitación |
| - Pipetas volumétricas | - Matraz |

- Bureta de 50 mL
- Pera de succión
- Esponjas
- Varilla de Agitación
- Tubos de ensayo
- Papel filtro
- Embudo
- Trípode
- Picnómetro
- Tijeras
- Ollas
- Cuchillo
- Cajas Petri
- Cocina a Gas
- Gradilla
- Guantes
- Mascarilla
- Papel Toalla
- Cinta adhesiva

2.3.6. REACTIVOS

- Ácido Propiónico
- Alcohol Etilico al 95
- Solución reguladora de pH
- Reactivo de Sudan.
- Hidróxido de Sodio 0.1 M
- Hidróxido de Potasio 0.5%
- Alcohol etílico neutro
- Ácido Clorhídrico 0.5 M
- Reactivo de Baljet A y B
- Ácido clorhídrico concentrado
- Ácido sulfúrico
- Limaduras de Mg
- Cloruro férrico
- Anhídrido acético

2.4. TÉCNICAS

2.4.1. OBTENCIÓN DE LA DECOCCIÓN DE SAÚCO (*Sambucus nigra L.*)

2.4.1.1. Recolección del material vegetal.

La recolección del material vegetal se realizó al medio día, que es cuando la planta alcanza la mayor concentración de principios activos especialmente de aceites esenciales y alcaloides.

Se recolectaron en mayor proporción flores y luego hojas de vegetal saúco (*Sambucus nigra L.*) de igual manera para: zorrillo (*Tagetes zipaquirensis H.*) y marco (*Franseria artemisioides W.*).

Luego se procedió a retirar las partes del vegetal que se encuentran deterioradas y a limpiarlas con el lavado y el posterior secado del exceso de agua.

2.4.1.2. Método de decocción

El proceso de decocción consiste en poner en contacto la planta con el solvente (agua), se pesó 500g de vegetal previamente troceado con 1000 ml de agua como solvente, las partes de los vegetales que se utilizaron en su mayoría fueron flores y hojas y en mínima proporción tallos de: saúco (*Sambucus nigra L.*) de igual manera para: zorrillo (*Tagetes zipaquirensis H.*) y marco (*Franseria artemisioides W.*). Se sometieron a ebullición durante unos 1 hora.

Una vez hecha la decocción se filtró el líquido mediante un paño, exprimiendo bien el líquido de las partes cocidas. Hay que tener la precaución de no almacenar las decocciones, no se deben conservar más allá de 48 horas; preferentemente se prepararán para aplicar en el momento. (33)

2.4.2. TAMIZAJE FITOQUÍMICO DE LA DECOCCIÓN DE SAÚCO (*Sambucus nigra L.*), zorrillo (*Tagetes zipaquirensis H.*) y marco (*Franseria artemisioides W.*).

2.4.2.1. Reacción de identificación de saponinas

Ensayo de Espuma: Se toman una parte de la muestra y se le añaden 2 partes de agua se agita enérgicamente y se observa la presencia de espuma.

El ensayo se considera positivo si aparece espuma en la superficie del líquido de más de 2 mm de altura y persistente por más de 2 minutos.

2.4.2.2.Reacción de identificación de compuestos fenólicos

Ensayo de Cloruro férrico: Si el extracto de la planta es alcohólico, se determina tanto fenoles como taninos.

A una alícuota del extracto alcohólico se le adicionan 3 gotas de una solución de tricloruro férrico al 5% en solución salina fisiológica (Cloruro de sodio al 0,9 % en agua). Si el extracto es acuoso, el ensayo determina fundamentalmente taninos.(16)

A una alícuota del extracto se le añade acetato de sodio para neutralizar y tres gotas de una solución de tricloruro férrico al 5% en solución salina fisiológica, un ensayo positivo puede dar la siguiente información general:

- 1.- Desarrollo de una coloración rojo – vino compuestos fenólicos en general.
- 2.- Desarrollo de una coloración verde intensa, taninos del tipo pirocatecólicos.
- 3.- Desarrollo de una coloración azul, taninos del tipo pirogalactónicos. (16)

2.4.2.3.Reacción de identificación de flavonoides

Ensayo de Shinoda: Se diluye la muestra con 1 mL de ácido clorhídrico concentrado y limaduras de magnesio. Se observan tonos rojizos. (16)

2.4.2.4.Reacción para identificación de quinonas

Ensayo de Borntrager: Se toma 1 ml de muestra y se adiciona 1 mL de hidróxido de sodio, hidróxido de potasio o amonio al 5% en la reacción. Si la fase alcalina (superior) se colorea de rosado o rojo el ensayo se considera positivo. Coloración rosada (++) , coloración roja (+++). (16)

2.4.2.5.Reacción para la identificación de lactonas α - β insaturadas

Ensayo de Baljet: Se trabaja con dos reactivos el reactivo A y el reactivo B, el A se prepara con la adición de 1g de ácido pícrico en etanol al 95%. El reactivo B 10g de NaOH en 100 ml de agua.

Se toma 2 ml de muestra y se le adiciona 10gts de Reactivo A+B. Se observa color considerándose un ensayo positivo la aparición de coloración o precipitado rojo (++ y +++) respectivamente. (16)

2.4.2.6.Reacción para la identificación de flavonoides (chalconas)

Ensayo del H₂SO₄ concentrado: Por la pared del tubo de ensayo se deja resbalar 2 a 3 gotas de ácido sulfúrico concentrado sin agitar. Un ensayo positivo se tiene por un cambio rápido de coloración a tonos rojizos (rojo guinda). (16)

2.4.2.7.Reacción para la identificación de aceites esenciales

Ensayo de Sudan: A 3ml de muestra, se añade 1mL de una solución diluida en agua del colorante Sudan III. Se calienta en baño de agua hasta evaporación del solvente. La presencia de compuestos grasos se considera positiva si aparecen gotas o una

película coloreada de rojo en el seno del líquido o en las paredes del tubo de ensayos respectivamente. (16)

2.4.2.8.Reacción para la identificación de sapogeninas esteroidales.

Ensayo de Rosenthaler: Se toma 1 ml de muestra se añade 3 gotas de H_2SO_4 vainillina, y a esta mezcla se le añaden 1 gota de HCl concentrado. Se observa la presencia de coloración en tonos rojos a violáceos.

2.4.2.9.Reacción para identificación de triterpenos y esteroides

Ensayo de Liebermann - Buchard.-Se toma 1 ml de muestra, se añaden 1ml de anhídrido acético y se deja resbalar 2 a 3 gotas de ácido sulfúrico concentrado, sin agitar. Se nota en medio de las dos fases un anillo azul o verde que indica que la reacción es positiva. (16)

2.4.2.10. Reacciones para la identificación de alcaloides

Ensayo de Dragendorff: A la alícuota se le añade 1 gota de ácido clorhídrico concentrado. (Calentar suavemente y dejar enfriar hasta acidez). Con la solución ácida se realiza el ensayo, añadiendo 3 gotas del reactivo de Dragendorff, si hay opalescencia se considera (+), turbidez definida (++), precipitado (+++). (16)

Ensayo de Mayer.- Se procede de la forma descrita anteriormente, hasta obtener la solución ácida. Añada una pizca de cloruro de sodio en polvo, agite y filtre. Añada 2 o 3 gotas de la solución reactiva de Mayer, si se observa opalescencia se considera (+), turbidez definida (++), precipitado (+++). (16)



FOTOGRAFÍA No. 01 TAMIZAJE FITOQUÍMICO TODOS LOS ENSAYOS PARA EL SAÚCO (*Sambucus nigra* L).

FUENTE: MARITZA ORTUÑO T.

2.4.3. DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS.

2.4.3.1. COLOR:

Se procede tomando un tubo de ensayo limpio y seco se llena las 3 cuartas partes con el extracto acuoso, procedemos a observar el color, la presencia de partículas y la transparencia.

2.4.3.2. OLOR:

Se toma un tira de papel secante aproximadamente 1 cm de ancho por 10 cm de largo y se introduce un extremo en la muestra de ensayo. Se determina con el olfato las características del producto.

2.4.3.3. SABOR

Apreciar determinadamente la sensación que ciertas sustancias producen en el órgano del gusto.

2.4.3.4. ASPECTO

Se analiza el aspecto externo, teniendo en cuenta la limpidez de la muestra de ensayo. Es decir la presencia o no de partículas.

2.4.4. DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS:

2.4.4.1.DENSIDAD RELATIVA

Es la relación que existe entre la masa y el volumen de los extractos, se toma en cuenta la temperatura de 25 °C, se compara con la masa y el volumen igual de agua a la misma temperatura.

$$D(25^{\circ}\text{C}) = \frac{M_1 - M}{M_2 - M}$$

Donde:

M1: Peso de picnómetro con la muestra (g)

M2: Peso del picnómetro con agua (g)

M: Peso del picnómetro vacío (g)

2.4.4.1.1. Procedimiento

Primeramente se pesó el picnómetro vacío y seco a 25 °C y se llenó con la porción de ensayo, se mantuvo a temperatura de 25 °C (+/- 1 °C) durante 15 min. Y se ajustó el líquido al nivel empleado, con una tira de papel se extrajo el exceso y secó exteriormente el picnómetro.

Se pesó cuidadosamente el picnómetro con la porción de ensayo y se repitió la operación con el agua destilada a 25 °C, y después se limpió el picnómetro.

2.4.4.2.DETERMINACIÓN DE ÍNDICE DE REFRACCIÓN

El índice de refracción es una constante característica de cada sustancia, la cual representa la relación entre seno del ángulo de incidencia de la luz y el seno del ángulo de refracción cuando la luz pasa oblicuamente a través del medio.

Esta relación viene dada por la ecuación siguiente:

$$\eta = \frac{\text{Sen } i}{\text{Sen } r}$$

Así los refractómetros utilizan como principio de medición, la determinación del ángulo límite el cual presenta en el campo visual un contraste claro y otro oscuro. La línea de separación entre ambos campos establece el ángulo límite de la luz incidente.

2.4.4.2.1. Procedimiento:

En el prisma de medición se colocó sobre una gota de agua destilada, utilizando para ello una varilla de vidrio, se procedió a ajustar el equipo seleccionando la zona del espectro visible que aparece en la línea límite del campo visual, moviendo el compensador cromático y colocando la intersección del retículo sobre la línea límite de los campos claros y oscuros.

Después se realizó el ajuste del refractómetro. Se coloca una gota de la muestra de ensayo sobre el prisma de medición, se cierra el termoprisma y se enfocó hacia la luz por medio del espejo, de modo tal que la misma indicó la temperatura de entrada del prisma de medición y se procedió de igual manera que el agua.

2.4.4.2.2. Resultados:

Para realizar los resultados se tomaron tres lecturas y se calculó el promedio de las mismas; tomando en cuenta que las lecturas no difieran en más de 0.002.

Como las determinaciones no se efectuaron a la temperatura de referencia y se empleó la fórmula siguiente para realizar la corrección de la lectura del índice de refracción:

$$N_d^{25} = N_d^t + 0.00044(t - 25)$$

N_d^{25} = Índice de refracción a 25°C

N_d^t = Valor leído en la escala del refractómetro a la temperatura t

t = valor de la temperatura a que se realiza la medición (°C)

0.00044 = Factor de corrección por grado Celsius

2.4.4.3. DETERMINACIÓN DE pH.

El pH es un índice numérico que se utiliza para expresar la mayor o menor acidez de una solución en función de la concentración de los iones hidrógeno. Se calcula teóricamente mediante la ecuación:

$$\text{pH} = -\log a[\text{H}^+]$$

$a[\text{H}^+]$ = Actividad de los iones hidrógeno

En la práctica, la medición del pH se lleva a cabo por medio de la lectura de pH en la escala de un instrumento medidor de pH, ya sea digital o analógico.

Esta lectura está en función de la diferencia de potencial establecida entre un electrodo indicador y un electrodo de referencia usando como solución de ajuste de la escala del medidor de pH, una solución reguladora del mismo. (26)

2.4.4.3.1 Procedimiento

En primer lugar se procedió a ajustar el equipo con la solución reguladora de pH adecuada al rango que se realizó la determinación. Posteriormente se determinó el valor del pH de la muestra. Los resultados se tomaron hasta la décima.

2.5. METODOLOGÍA

2.5.1. FASE DE CAMPO

La recolección del material vegetal se realizó en los jardines de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, se recolectó las partes que en teoría presentan mayor concentración de principios activos como: las flores, hojas mayoritariamente y el tallo en menor proporción. El material vegetal recolectado se etiquetó y se trasladó al Laboratorio de Fitoquímica de la Facultad de Ciencias.

El pre- ensayo se realizó con extractos de Saúco (*Sambucus nigra L*), zorrillo (*Tagetes zipaquirensis H*) y marco (*Franseria artemisioides W*) en concentraciones del 100%, con insectos in-vitro para lo cual fueron recolectados en cajas Petri, 30 hormigas por cada caja, en las mismas se colocó agua pura y agua con sacarosa al 20%.

Mientras que el ensayo propiamente se realizó localizando los hormigueros en los jardines y alrededores de los laboratorios de la Facultad de Ciencias. Se aplicaron los extractos puros y en mezclas de diferentes concentraciones entre: saúco (*Sambucus nigra L*) y zorrillo (*Tagetes zipaquirensis H*); zorrillo (*Tagetes zipaquirensis H*) y marco (*Franseria artemisioides W*) y por último entre saúco (*Sambucus nigra L*) y

marco (*Franseria artemisioides* W). Las aplicaciones se realizaron in vivo, observando todo el comportamiento de los insectos *Lasius niger* L ante cada una de las mezclas de extractos por un tiempo de 3 horas en lapsos de 10 minutos en los que se anotaron la actividad insecticida y repelente.

2.5.2. FASE DE LABORATORIO

En la fase de laboratorio se realizó los siguientes procedimientos:

- Obtención de las decocciones de: Saúco (*Sambucus nigra* L), zorrillo (*Tagetes zipaquirensis* H) y marco (*Franseria artemisioides* W).
- Estandarización y tamizaje fitoquímico.
- Ensayo de la actividad insecticida y/o repelente in vitro.
- Determinación de la DL₅₀.

También se debió realizar un tratamiento estadístico de los datos.

- Análisis de varianza.
- Separación de medias utilizando la prueba de Tukey al 5%.
- Análisis de regresión y correlación para la determinación de la DL₅₀ de las decocciones con actividad insecticida.
- Comparación costo / beneficio
- Cálculo de la eficacia mediante la ecuación de Sun- Shepard, ya que la población de *Lasius niger* L. no es uniforme.

2.5.3. DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD INSECTICIDA

- Luego de realizar las decocciones acuosas de cada una de las plantas Saúco (*Sambucus nigra* L), zorrillo (*Tagetes zipaquirensis* H) y marco (*Franseria artemisioides* W), se comprobó la actividad del cada extracto al 100% en hormigueros in vivo.

- Los extractos se mezclaron en varias concentraciones como se indica a continuación:

CUADRO N. 02 MEZCLAS DE LAS DECOCCIONES VEGETALES Y SUS CONCENTRACIONES REALIZADAS EN EL ENSAYO.

	MEZCLA No. 01	MEZCLA No. 02	MEZCLA No. 03
	Saúco-zorrillo	Marco-zorrillo	Marco-saúco
Conc. No. 01	Saúco 80% - zorrillo 20%	Marco 80% - zorrillo 20%	Marco 80% - saúco 20%
Conc. No. 02	Saúco 60% - zorrillo 40%	Marco 60% - zorrillo 40%	Marco 60% - saúco 40%
Conc. No. 03	Saúco 40% - zorrillo 60%	Marco 40% - zorrillo 60%	Marco 40% - saúco 60%
Conc. No. 04	Saúco 20% - zorrillo 80%	Marco 20% - zorrillo 80%	Marco 20% - saúco 80%

Fuente: Maritza Ortuño T.

- Se localizó los hormigueros, se siguió la línea guía de insectos se procedió a medir y se dividió en segmentos de la misma medida, que teóricamente tendrán el mismo número de hormigas.
- Se aplicó cada extracto luego de rotular el respectivo segmento de la línea guía que siguen los insectos *Lasius niger* L.
- Se realizaron observaciones en cuanto al comportamiento de los insectos frente a la aplicación de cada uno de los extractos en diferentes concentraciones.
- Se procedió a registrar la mortalidad, y la intensidad de la repelencia comparando con el control negativo blanco (tratamiento con agua) y un control positivo, un insecticida comercial (Baygon).



FUENTE: MARITZA ORTUÑO T.



FUENTE: MARITZA ORTUÑO T.



FOTOGRAFÍA No. 04 ROTULACIÓN QUE CORRESPONDE A LA DECOCCIÓN DE MARCO 60% ZORRILLO 40%. LA ROTULACIÓN DEL NÚMERO 6 SE UTILIZÓ PARA MAYOR FACILIDAD, RAPIDEZ Y AGILIDAD EN EL ENSAYO.

FUENTE: MARITZA ORTUÑO T



FOTOGRAFÍA No. 05 APLICACIÓN DE LA DECOCCIÓN DE MARCO 60% ZORRILLO 40%. A LOS 10 MINUTOS SE OBSERVA LAS MUERTES DE LAS HORMIGAS.

FUENTE: MARITZA ORTUÑO T.



FOTOGRAFÍA No. 06 APLICACIÓN DEL CONTROL POSITIVO BAYGON EN UNA FILA GUÍA DE HORMIGAS PARA LA COMPROBACIÓN CON EL ENSAYO.

FUENTE: MARITZA ORTUÑO T.



FOTOGRAFÍA No. 07 APLICACIÓN DEL BLANCO EN UNA FILA GUÍA DE HORMIGAS PARA LA COMPROBACIÓN CON EL ENSAYO.

FUENTE: MARITZA ORTUÑO T



FOTOGRAFÍA No. 07 APLICACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN SAÚCO 20%- ZORRILLO 80% SE PUEDE OBSERVAR LA INTENSIDAD DE REPELENCIA Y LAS HORMIGAS MUERTAS EN EL PISO.

FUENTE: MARITZA ORTUÑO T

2.6. DETERMINACIÓN DE LA DL_{50}

La Dosis Letal 50 es una medida estadística que determina la capacidad que tienen las decocciones de eliminar y/o repeler a la plaga en sus fases de madurez o reproducción y se calcula por medio de la curva de regresión lineal.

Para determinar la DL_{50} de la mezcla de decocciones vegetales que muestran actividad insecticida se utilizó la mezcla entre saúco y zorrillo en concentraciones saúco 20%- zorrillo 80%; saúco 40%- zorrillo 60%; saúco 60%- zorrillo 40%; saúco 80%- zorrillo 20%; ya que esta mezcla de vegetales saúco – zorrillo mostraron actividad insecticida, para *Lasius niger* L.

Se estableció el número de insectos muertos. Mediante regresión lineal se determinó la concentración capaz de eliminar a los insectos.

2.7. TIPO DE DISEÑO EXPERIMENTAL

Se realizaron 5 tratamientos del extracto de saúco (*Sambucus nigra* L), zorrillo (*Tagetes zipaquirensis* H), y marco (*Franseria artemisioides* W) en 5 hormigueros; además se realizaron 10 tratamientos de cada mezcla de extractos vegetales de: saúco

(*Sambucus nigra* L), zorrillo (*Tagetes zipaquirensis* H) y marco (*Franseria artemisioides* W), en diferentes concentraciones a 10 hormigueros con aplicaciones in vivo.

Se realizaron pruebas con un blanco y con un control positivo (Baygon), para determinar tanto la actividad insecticida de acuerdo al número de muertes de *Lasius niger* L, como también se determinó la actividad repelente de acuerdo a la intensidad.

CUADRO N. 03

CÓDIGOS Y TRATAMIENTOS REALIZADOS CON LAS MEZCLAS DE DECOCCIONES A DIFERENTES CONCENTRACIONES DE SAÚCO (*Sambucus nigra* L), ZORRILLO (*Tagetes zipaquirensis* H) Y MARCO (*Franseria artemisioides* W) CON *Lasius niger* L.

TRATAMIENTO	CONTROL POSITIVO (BAYGON)	CONTROL NEGATIVO (BLANCO)
T1M1C1	CAM1	CBM1
T1M1C2	CAM2	CBM2
T1M1C3	CAM3	CBM3
T1M1C4		
T1M2C1		
T1M2C2		
T1M2C3		
T1M2C4		
T1M3C1		
T1M3C2		
T1M3C3		
T1M3C4		
3M x 4C x 10R = 120 UE		
TRATAMIENTO	CONTROL POSITIVO (BAYGON)	CONTROL NEGATIVO (BLANCO)
T1C1	CAC1	CBC1
T2C1		

T3C1
T4C1
T5C1
1E x 1C x 5R = 5 UE
DECOCCIÓN DE SAÚCO, ZORRILLO Y MARCO AL 100%

FUENTE: MARITZA ORTUÑO T.

2.8. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos fueron tabulados y se determinaron las medias de las distintas lecturas para realizar el análisis de varianza, separación de medias y análisis de regresión y correlación.

2.8.1. ANÁLISIS DE VARIANZA

Es un procedimiento estadístico que sirve para medir la variación total de las observaciones, la que se divide para sus componentes, quedando el residuo como error experimental. Este análisis indica la relación entre una variable dependiente (actividad insecticida y actividad repelente) y los factores independientes (concentraciones de las mezclas de extractos) saúco (*Sambucus nigra L*), zorrillo (*Tagetes zipaquirensis H*) y marco (*Franseria artemisioides W*).

El análisis de varianza es un método para comparar dos o más medias de las observaciones o de los tratamientos, permite medir la variación de las respuestas numéricas como valores de evaluación de diferentes variables nominales. En esta investigación de análisis de varianza permitió establecer la relación entre una variable dependiente (actividad insecticida y repelente) y un factor independiente (concentración de las mezclas de extractos)(8)

2.8.2. PRUEBA DE SEPARACIÓN DE MEDIAS PRUEBA DE TUKEY AL 5%

La prueba de Tukey al 5% es un procedimiento empleada para determinar las diferencias existentes entre las medias de los tratamientos realizados. (19)(8)

2.8.3. COEFICIENTE DE VARIACIÓN

Indica el nivel de confianza que se puede tener en los datos, un valor bajo indica que el ensayo ha sido bien planificado y ha tenido un buen manejo, en tanto que un valor alto puede ser indicador en ciertos casos de lo contrario.(19)(8)

2.8.4. ANÁLISIS DE REGRESIÓN Y CORRELACIÓN

La DL_{50} se realizó con la curva de regresión ajustada de las concentraciones más activas de las mezclas de extracto (saúco-zorrillo) frente a la mortalidad de *Lasius niger* L.

2.8.5. CÁLCULO DEL PORCENTAJE DE EFICACIA

Es uno de los métodos usados para expresar el efecto de un tratamiento, que consiste en calcular su % de eficacia, la fórmula a aplicarse depende de las condiciones de ensayo, en el presente ensayo se ocupó la fórmula de Sun- Shepard ya que se trata de una población de *Lasius niger* L que no es uniforme tomando en cuenta el número de individuos muertos luego de la aplicación. La fórmula es una versión ligeramente alterada de la ecuación de Henderson – Tilton, ya que como criterio no se utiliza supervivientes, sino % de mortalidad.

$$\% \text{ eficacia} = \left(\frac{Pt \pm Pck}{100 \pm Pck} \right) \cdot 100$$

$$Pt = \frac{Ta - Td}{Ta} \cdot 100$$

$$Pck = \frac{Cd - Ca}{Ca} \cdot 100$$

Ta = Número de insectos (infestación) en el lugar antes del tratamiento.

Td = Número de insectos (infestación) después del tratamiento

Ca = Número de insectos (infestación) en el lugar antes del tratamiento testigo.

Cd = Número de insectos (infestación) en el lugar después del tratamiento testigo.

2.8.6. COMPARACIÓN COSTO BENEFICIO

El objeto de este análisis es comparar los aspectos económicos del uso del presente tratamiento de ensayo, frente a otro estándar ya establecido, la información necesaria que fue tomada en cuenta para realizar esta comparación es:

- Actividad biológica: del tratamiento de ensayo y del estándar respectivamente.
- Costo respectivo del tratamiento de ensayo y del estándar.
- Ventajas económicas adicionales de los tratamientos.

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1.PROPIEDADES DE LAS DECOCCIONES:

3.1.1 PROPIEDADES FÍSICAS, ORGANOLÉPTICAS TAMIZAJE FITOQUÍMICO DE LAS DECOCCIONES DE: SAÚCO (*Sambucus nigra L*), ZORRILLO (*Tagetes zipaquirensis H*) Y MARCO (*Franseria artemisioides W*).

Las decocciones de saúco (*Sambucus nigra L*), zorrillo (*Tagetes zipaquirensis H*) y marco (*Franseria artemisioides W*), se tiene:

CUADRO N. 04 PROPIEDADES DE LAS DECCIONES DE SAÚCO (*Sambucus nigra L*), ZORRILLO (*Tagetes zipaquirensis H*) Y MARCO (*Franseria artemisioides W*).

PARÁMETRO DECOCCIÓN	MÉTODO	RESULTADOS		
		SAÚCO	ZORRILLO	MARCO
	Hervor sostenido por una hora.	750 ml de extracto.	680 ml de extracto.	735 ml de extracto.
TAMIZAJE FITOQUÍMICO	REFERENCIA	SAÚCO	ZORRILLO	MARCO
Espuma ₃	saponinas		+/-	
FeCl ₃	Fenoles	+	+	+
Shinoda	Flavonoides	+	+	-
H ₂ SO ₄ conc.	Chalconas	+	+	+
Baljet	Lactonas α y β insaturadas	+	+	-
Sudan III	Aceites esenciales	-	+	-
Rosenthaler	Sapogeninas esteroidales	+	+	+

Dragendorff	Alcaloides	-	-	+
PARÁMETRO	MÉTODO	SAÚCO	ZORRILLO	MARCO
COLOR	Visual	Verde claro	Amarillo verdoso	Verde oscuro
OLOR	Sentido olfato	Aromático picante fuerte	Aromático picante	Aromático picante
SABOR	Sentido del gusto	Amargo picante fuerte	Amargo mentolado	Amargo picante
ASPECTO	Visual	Transparente	Transparente	Transparente
DENSIDAD g/ml	Picnómetro	0.869	0.899	0.808
ÍNDICE DE REFRACCIÓN	Refractómetro	1.359	1.362	1.371
pH	pH chímetro	6.52	6.95	5.98

Fuente: Maritza Ortuño T

En la tabla se muestran los principales grupos fitoquímicos o metabolitos que se investigaron en las decocciones de: saúco (*Sambucus nigra* L), zorrillo (*Tagetes zipaquirensis* H) y marco (*Franseria artemisioides* W), se han analizado cualitativamente mediante reacciones de coloración y de precipitación permitiendo una identificación rápida por medio con reacciones sensibles y reproducibles.

El análisis organoléptico de los extractos defiere en características como: el color, olor y sabor, mientras que el aspecto es similar para todos ya que las tres decocciones son transparentes, es decir no se encontraron partículas presentes.

La densidad expresada en g/ml, y el índice de refracción son similares para las tres decocciones vegetales, mientras que el pH es ligeramente ácido.

3.2 RESULTADOS DE LA ACTIVIDAD INSECTICIDA Y/O REPELENTE DE LAS DECOCCIONES DE: *Sambucus nigra* L, *Tagetes zipaquirensis* HY *Franseria artemisioides* W.

La actividad insecticida y/o repelente de la decocción de saúco (*S. nigra L*), zorrillo (*T. zipaquirensis H*) y marco (*F. artemisioides W*) se evaluaron en concentración de 100%; en 5 hormigueros además se realizaron mezclas entre las decocciones de: saúco (*S. nigra L*), zorrillo (*T. zipaquirensis H*) y marco (*F. artemisioides W*); en diferentes concentraciones y se aplicaron directamente en las filas de hormigas (*Lasius niger L*) de 10 hormigueros y se evaluó la mortalidad y los efectos causados por los extractos a las tres horas de una aplicación para cada hormiguero.

3.2.1. DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD INSECTICIDA Y REPELENTE DE LA DECOCCIÓN DE: SAÚCO (*Sambucus nigra L*), ZORRILLO (*T. zipaquirensis H*) Y MARCO (*F. artemisioides W*) AL 100%.

Al realizar la aplicación de la decocción de saúco (*S. nigra L*), zorrillo (*T. zipaquirensis H*) y marco (*F. artemisioides W*) al 100% se evaluó la actividad insecticida para *Lasius niger L*, estableciendo el porcentaje de mortalidad; mientras que la actividad repelente se estableció en función de la intensidad evaluada en una escala del 0-10. Durante el tiempo de tres horas.

CUADRO N.05 DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD INSECTICIDA Y REPELENTE DE LA DECOCCIÓN (*S. nigra L*) EN CONCENTRACIÓN DEL 100%.

TRATAMIENTO	CÓDIGO	TIEMPO	No. APLICACIONES	MUERTE	REPELENCIA
T1	T1SC1	3 horas	5	0%	80%
T2	T2MC1	3 horas	5	0%	0%
T3	T3ZC1	3 horas	5	76%	75%%
T4	C _B	3 horas	5	0%	0%
T5	C _A	3 horas	5	100%	100%
NOMENCLATURA					
SAÚCO	ZORRILLO	MARCO	BAYGON	AGUA	CONC.
S	Z	M	C _A	C _B	C1= 100%

Fuente: Maritza Ortuño T.

3.2.2. DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD INSECTICIDA Y REPELENTE DE LAS DECOCCIONES DE: SAÚCO (*Sambucus nigra L*), ZORRILLO (*Tagetes zipaquirensis H*) Y MARCO (*Franseria artemisioides W*).

Para determinar la actividad insecticida y repelente de las decocciones de: saúco (*S. nigra* L), zorrillo (*T. zipaquirensis* H) y marco (*F. artemisioides* W); se realizaron mezclas entre saúco- zorrillo, marco – zorrillo y marco- saúco y se evaluaron cuatro concentraciones de cada mezcla, con un control negativo o blanco y un control positivo (Baygon). La actividad repelente se evaluó de acuerdo a la intensidad de repelencia caracterizándola en una escala de 1-10 siendo 10 la máxima repelencia en función del tiempo de duración de tres horas de ensayo. Y luego se transformó a porcentaje.

Los resultados que se obtuvieron demostraron que la mezcla No. 01 saúco- zorrillo presenta S4Z1 con un 79.11% de mortalidad seguido de la tratamiento S3Z2 con un 52.23% el resto de tratamientos presentan un porcentaje de mortalidad inferior al 50%, el mismo criterio se aplica en la repelencia teniendo que el tratamiento S4Z1 presenta un porcentaje de repelencia de 86.00%, seguido del tratamiento S3Z2 con un 56.00% como se muestra a continuación en el Cuadro No.06

CUADRO N. 06 PORCENTAJE MEDIO DE MORTALIDAD E INTENSIDAD DE REPELENCIA DE *L. niger* L. FRENTE A LAS MEZCLAS DE DECOCCIONES DE *S. nigra* L, *T. zipaquirensis* H y *F. artemisioides* W. A DISTINTAS CONCENTRACIONES.

TRATAMIENTO	CÓDIGO	TIEMPO	No. APLICACIONES	MUERTE	REPELENCIA
T1	T1S1Z4	3 HORAS	10	28.86%	27.00%
T2	T2S2Z3	3 HORAS	10	39.56%	36.00%
T3	T3S3Z2	3 HORAS	10	52.23%	56.00%
T4	T4S4Z1	3 HORAS	10	79.11%	86.00%
T5	T5M1Z4	3 HORAS	10	15.59%	28.00%
T6	T6M2Z3	3 HORAS	10	20.94%	37.00%
T7	T7M3Z2	3 HORAS	10	25.24%	45.00%
T8	T8M4Z1	3 HORAS	10	33.97%	32.00%
T9	T9M1S4	3 HORAS	10	11.73%	50.00%
T10	T10M2S3	3 HORAS	10	12.94%	60.00%
T11	T11M3S2	3 HORAS	10	14.77%	70.00%
T12	T12M4S1	3 HORAS	10	17.59%	65.00%
T14	B1	3 HORAS	3	0%	0%

T15	A1	3 HORAS	3	100%	100%	
NOMENCLATURA						
DECOCCIONES						
TRATAMIENTO	SAÚCO	ZORRILLO	MARCO	BAYGÓN	AGUA	CONC.
T1- T12	S1	Z1	M1			80%
	S2	Z2	M2			60%
	S3	Z3	M3			40%
	S4	Z4	M4			20%
				B1	A1	100%

FUENTE: MARITZA ORTUÑO T.

3.3.ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA ACTIVIDAD INSECTICIDA Y REPELENTE DE LAS DECOCCIONES DE: *Sambucus nigra L*, *Tagetes zipaquirensis* HYFranseria *artemisioides* WSOBRE *Lasius niger L*.

3.3.1. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA ACTIVIDAD REPELENTE DE LA DECOCCIÓN DE SAÚCO (*S. nigra L*), ZORRILLO (*T. zipaquirensis* H) Y MARCO (*F. artemisioides* W) EN CONCENTRACIÓN DE 100% SOBRE *Lasius niger L*.

Para realizar el análisis de varianza se evaluó la actividad repelente dela decocción de saúco, zorrillo y marcoal 100% correspondiente a las tres horas presentado en el Cuadro No. 07

CUADRO N. 07 ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA ACTIVIDAD REPELENTE DE LA DECOCCIÓN DE *S. nigra L*, *T. zipaquirensis* H y *F. artemisioides* WEN *Lasius niger L*. A LAS TRES HORAS CRÍTICAS DE ANÁLISIS.

DECOCCIÓN DE SAUCO AL 100% ACTIVIDAD REPELENTE					
FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	PROMEDIO DE LOS CUADRADOS	F	VALOR CRÍTICO PARA F
Entre grupos	4	1.04	0.26	0.3823	2.8660814

5294					
Dentro de los grupos	20	13.6	0.68		
Total	24	14.64			
DECOCCIÓN DE ZORRILLO AL 100%					
ACTIVIDAD INSECTICIDA					
FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	PROMEDIO DE LOS CUADRADOS	F	VALOR CRÍTICO PARA F
Entre grupos	4	2.4	0.6	0.3191 4894	2.8660814
Dentro de los grupos	20	37.6	1.88		
Total	24	40			
DECOCCIÓN DE ZORRILLO AL 100%					
ACTIVIDAD REPELENTE					
FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	PROMEDIO DE LOS CUADRADOS	F	VALOR CRÍTICO PARA F
Entre grupos	4	2.4	0.6	0.3370 7865	2.8660814
Dentro de los grupos	20	35.6	1.78		
Total	24	38			

Fuente: Maritza Ortuño T,

En el análisis de varianzas de un factor para las decocciones de saúco y zorrillo en concentraciones de 100%, tenemos que el F calculado no es mayor que el F tabulado en ningún caso ni para la actividad insecticida ni repelente; por lo que se considera que no existen diferencias significativas entre los datos de análisis.

3.3.2. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA ACTIVIDAD INSECTICIDA Y REPELENTE DE LAS DECOCCIONES DE: SAÚCO (*Sambucus nigra* L), ZORRILLO (*Tagetes zipaquirensis* H) Y MARCO (*Franseria artemisioides* W) SOBRE *Lasius niger* L.

El análisis de la varianza de la actividad insecticida y repelente de las decocciones de saúco, marco y zorrillo se evaluaron por bloques, ya que se trata de un análisis bifactorial y se valoró entre grupos porque cada grupo está compuesto de una mezcla diferente entre los vegetales como se muestra en el Cuadro No. 08. Entonces en este análisis se trata de comprobar cuál de las concentraciones son más efectivas dentro de cada grupo.

CUADRO N. 08 ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA ACTIVIDAD INSECTICIDA Y REPELENTE DE LAS DECOCCIONES DE *S. nigra* L, Y *T. zipaquirensis* H EN *Lasius niger* L. A LAS TRES HORAS CRÍTICAS DE ANÁLISIS

ACTIVIDAD INSECTICIDA						
FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CM	F	F 5%	F. 1%
Bloques	9	3,323.03	369.23	12.80	1.96	2.56
Tratamientos	13	100,964.16	7,766.47	269.32	1.80	2.29
Error	117	3,373.97	28.24			
Total	139	107,661.15				
ACTIVIDAD REPELENTE						
FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CM	F	F 5%	F. 1%
Bloques	9	311.43	34.6032	0.9475	1.96	2.56
Tratamientos	13	87,794.29	6,753.40	184.92	1.80	2.29
Error	117	4,272.76	36.5193	66 70		
Total	139	92,378.47				

Fuente: Maritza Ortuño T,

Al comparar el valor F calculado con el valor tabulado para 5 y 1% tenemos que F calculado supera ampliamente al F tabulado tanto para la actividad insecticida como para la repelente, indicando con esto que el comportamiento de *Lasius niger* en el primer bloque es significativo en relación a las concentraciones de las decocciones de la mezcla No. 1. El valor de la media cuadrática de los tratamientos es de 369.23 para la actividad insecticida Cuadro No. 8; la media cuadrática de la actividad repelente es de 6753.4076 Cuadro No. 8 que en ambos casos son mayores que la media cuadrática del error por lo que se considera que los resultados del ensayo son correctos y que las poblaciones son uniformes.

3.4.PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA DETERMINAR LA ACTIVIDAD INSECTICIDA Y REPELENTE DE LAS DECOCCIONES DE SAÚCO (*Sambucus nigra L*), ZORRILLO (*Tagetes zipaquirensis H*) Y MARCO (*Franseria artemisioides W*) SOBRE *Lasius niger L*.

En la prueba de Tukey al 5% que se presenta en el Gráfico No. 1 correspondiente a la actividad insecticida, se establece una comparación entre los 3 grupos de mezclas de las decocciones que fueron aplicados a *Lasius niger L* a las 3 horas críticas de análisis del cual se derivan 5 rangos ordenados de acorde a la media de la mortalidad obtenida.

En el cuadro No. 12 se presenta la prueba de medias de Tukey al 5% para cada grupo que corresponde a una mezcla de extractos vegetales G1 (saúco-zorrillo), G2 (marco-zorrillo) y se comparan las medias de las concentraciones dentro de cada grupo y además se realiza la comparación entre grupos. Se han establecido rangos para cada concentración y grupo incluyendo el control positivo Baygon y el blanco.

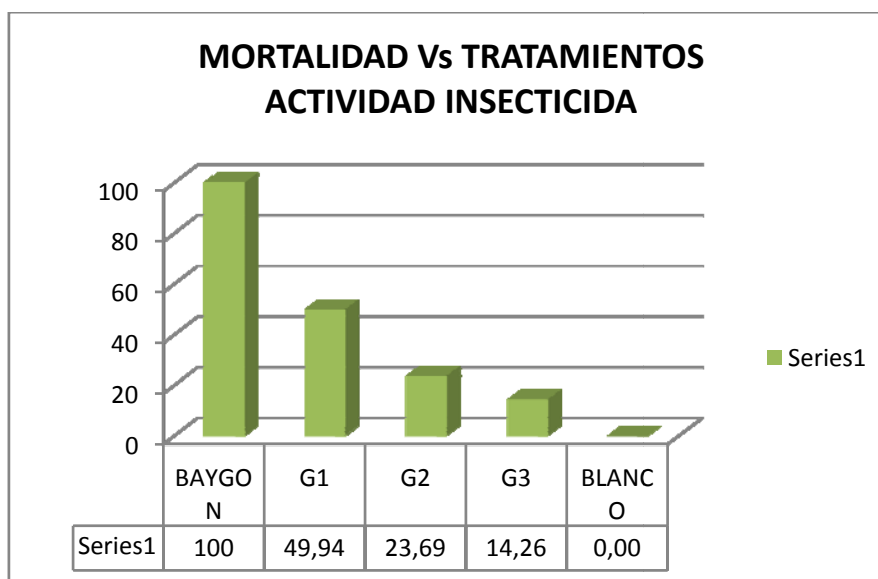
Demostrando que para el grupo 1, la concentración 4 es capaz de matar a *Lasius niger L*, lo mismo ocurre en el grupo 2, estableciéndose en la comparación entre grupos que la mezcla 1 (G1) al igual que el Baygon son capaces de eliminar a las hormigas *Lasius niger L*.

CUADRO N. 09

PRUEBA DE TUKEY AL 5% DE LA ACTIVIDAD INSECTICIDA DE LA DECOCCIÓN DE *S. nigra* L, *T. zipaquirencis* HY *F. artemisioides* W. (GRUPO No. 1, 2 Y ENTRE GRUPOS) EN *Lasius niger* L. A LAS TRES HORAS CRÍTICAS DE ANÁLISIS

	BAYGON	C4	C3	C2	C1	BLANCO
TRATAMIENTOS						
Grupo 1						
RANGO	-	A	B	C	D	-
MEDIA	-	79.11	52.23	39.56	28.86	-
MORTALIDAD						
TRATAMIENTOS						
Grupo 2						
RANGO	-	A	B	B	C	-
MEDIA	-	33.97	25.24	20.94	14.59	-
MORTALIDAD						
ENTRE GRUPOS						
	BAYGON	G1	G2	G3	BLANCO	
RANGO	A	B	B	C	D	
MEDIA	100	49.94	23.69	14.26	0.00	
MORTALIDAD						

Fuente: Maritza Ortuño T.



Demostrando que para el grupo 1, la concentración 4 es capaz de matar a *Lasius niger* L, lo mismo ocurre en el grupo 2, estableciéndose en la comparación entre grupos que la mezcla 1 (G1) y la mezcla 4 (G4) al igual que el Baygon son capaces de eliminar a las hormigas *Lasius niger* L.

CUADRO N. 10 PRUEBA DE TUKEY AL 5% DE LA ACTIVIDAD REPELENTE DE LA DECOCCIÓN DE *S. nigra* L, *T. zipaquirencis* HY *F. artemisioides* W. (GRUPO No. 1, 2, 3 Y ENTRE GRUPOS) EN *Lasius niger* L. A LAS TRES HORAS CRÍTICAS DE ANÁLISIS.

TRATAMIENTOS						
Grupo 1						
	BAYGON	C4	C3	C2	C1	BLANCO
RANGO	-	A	B	C	D	-
MEDIA	-	86.00	56.00	36.00	27.00	-
MORTALIDAD						
TRATAMIENTOS						
Grupo 2						

	BAYGON	C3	C2	C4	C1	BLANCO
RANGO	-	A	B	BC	C	-
MEDIA	-	45.00	37.00	32.00	28.00	-
MORTALIDAD						

TRATAMIENTOS

Grupo 3

	BAYGON	C3	C4	C2	C1	BLANCO
RANGO	.	A	AB	B	C	.
MEDIA	.	70.00	65.00	60.00	50.00	.
MORTALIDAD						

ENTRE GRUPOS

	BAYGON	G4	G1	G2	BLANCO
RANGO	A	B	B	C	D
MEDIA	100	61.25	51.25	35.5	0.00
MORTALIDAD					

Fuente: Maritza Ortuño T.

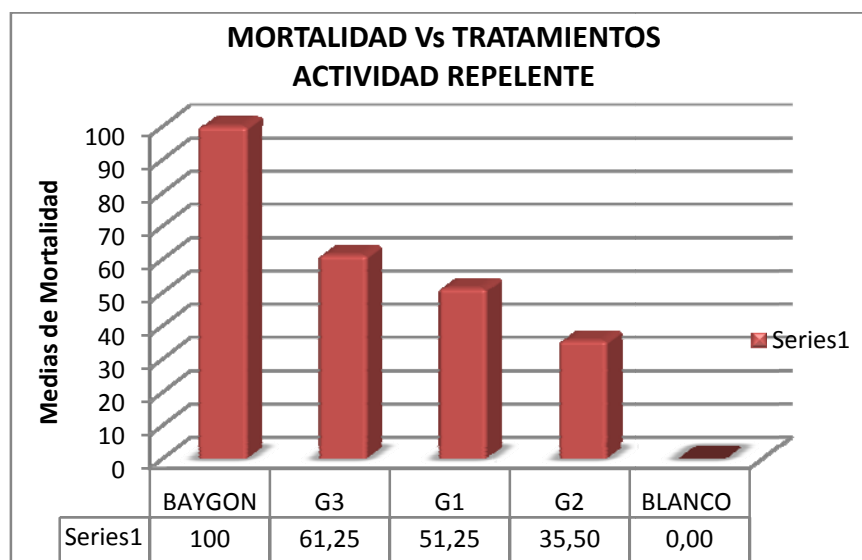


GRÁFICO N.2 DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD REPELENTE DE LAS DECOCCIONES DE: *S. nigra* L., *T. zipaquirencis* HY *F. artemisioides* W. ENTRE GRUPOS EN *Lasius niger* L. A LAS TRES HORAS CRÍTICAS DE ANÁLISIS.

Fuente: Maritza Ortuño T.

3.5 DETERMINACIÓN DE DL₅₀ DE LOS TRATAMIENTOS MÁS EFECTIVOS SOBRE *Lasius niger* L.

De las mezclas realizadas de las decocciones vegetales a diferentes concentraciones se procedió a indagar la concentración capaz de matar al 50% de la población de *Lasius niger* L. como se presenta en el cuadro No. 13

CUADRO N. 13 DETERMINACIÓN DE LA DL₅₀ DE LA DECOCCION DE *S. nigra* L, Y *T. zipaquirencis* HSOBRE *Lasius niger* L. A LAS TRES HORAS CRÍTICAS DE ANÁLISIS.

CÓDIGO	CONCENTRACIÓN DEL ACEITE ESENCIAL <i>T. minuta</i>	PORCENTAJE DE MORTALIDAD
M1C1	80%- 20%	29%
M1C2	40%-60%	40%
M1C3	60%-40%	52%
M1C4	20%-80%	79%
C _B		0.00%
C _A		100.00%

Fuente: Maritza Ortuño T.

Para obtener la DL₅₀ de mezcla 1 que es la que presenta un mayor porcentaje de mortalidad se procedió a realizar el gráfico de la relación dosis- respuesta que genera un modelo lineal.

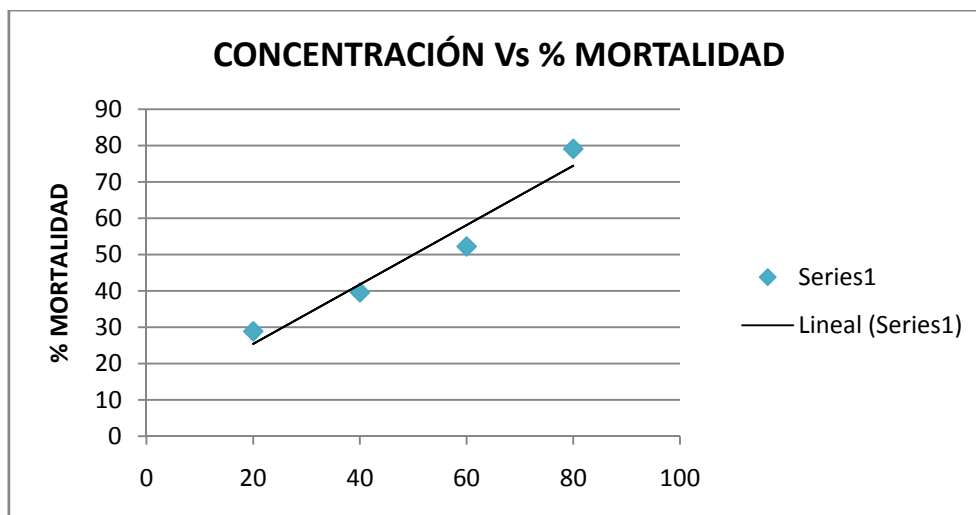


GRÁFICO N.3 CURVA DOSIS- EFECTO DE LAS DECOCCIONES DE: *S. nigra* L, *T. zipaquirencis* HMEZCLA 1 EN *Lasius niger* L. A LAS TRES HORAS CRÍTICAS DE ANÁLISIS.

En la Tabla N.1 se representa la transformación de las dosis logaritmos y del porcentaje de mortalidad a valores Probit según tabla de transformación.

Tabla N.1 DATOS TRANSFORMADOS A VALORES PROBIT DEL PORCENTAJE DE MORTALIDAD DE LAS DECOCCIONES DE: *S. nigra* L, *T. zipaquirencis* HY *F. artemisioides* W. MEZCLA 1 EN *Lasius niger* L

CONCENTRACIÓN (%)	LOGARITMO DOSIS	MORTALIDAD (%)	PROBIT
20-80	1.3010	29%	4.16
40-60	1.6020	40%	4.75
60-40	1.7778	52%	5.25
80-20	1.9030	79%	5.84

Fuente: Maritza Ortuño T.

En el gráfico No. 4 se muestra la linealidad y la ecuación obtenida por regresión lineal entre el logaritmo de la dosis (X) y los valores Probit (Y).

$$y = 2.6892x + 0.5736$$

$$R^2 = 0,9622$$

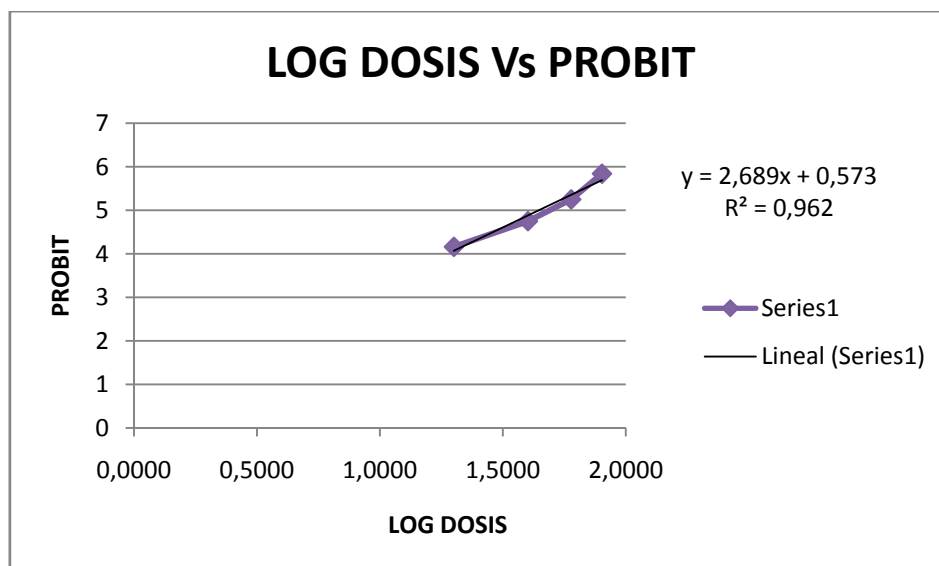


GRÁFICO N.4 CURVA DE REGRESIÓN LINEAL PARA LA DL50 DEL LOG DE LA DOSIS DE LAS DECOCCIONES DE: *S. nigra* L, *T. zipaquirencis* H. MEZCLA 1 VS LOS VALORES PROBIT EN *Lasius niger* L. A LAS TRES HORAS CRÍTICAS DE ANÁLISIS.

Una vez determinada la ecuación se establece que el valor de la DL50 de *Lasius niger* L frente a la mezcla de decocciones de: *S. nigra* y *T. zipaquirencis* a las 3 horas críticas de análisis corresponde al 44.25% concentración necesaria para matar al 50% de la población de insectos, teniendo un nivel de confianza de 96%.

3.6. COMPARACIÓN COSTO/BENEFICIO EN LA UTILIZACIÓN DE LAS DECOCCIONES DE SAÚCO (*S. nigra* L) Y ZORRILLO (*T. zipaquirencis*).

Para realizar la comparación costo/beneficio se tomó como ensayo a las decocciones de los vegetales: saúco y zorrillo; comparándoles con el estándar que fue un insecticida químico cuya marca comercial es Baygon.

Según se nota en el Cuadro No. 07 la mezcla saúco – zorrillo presentó un mayor porcentaje medio de mortalidad y de esta mezcla la concentración saúco 20% - zorrillo 80% fue la que presentó un alto índice de mortalidad en 79.11% y de repelencia 86% para *Lasius niger* L. por lo que se tomó esta concentración como

referencia para establecer la comparación entre el estándar (Baygon) y el ensayo (sauco 20%- zorrillo 80%).

CUADRO N. 12 COMPARACIÓN DE USO DE SAÚCO- ZORRILLO (20%- 80%) FRENTE A BAYGON SOBRE *Lasius niger* L.

FACTORES	VENTAJAS DEL TRATAMIENTO SAÚCO- ZORRILLO 20%-80%	VENTAJAS DEL TRATAMIENTO ESTÁNDAR BAYGON
Espectro de actividad	Acción insecticida y repelente sobre hormigas No presenta acción sobre otros insectos	Acción insecticida sobre: hormigas, cucarachas, moscos, mosquitos, etc.
Seguridad	Sin acción tóxica sobre alimentos, animales.	Tóxico al rociar en alimentos, cerca de animales.
Toxicidad	No tóxico al ingerir.	Altamente tóxico al ingerir y aspirar.
Tolerancia (selectividad)	Es selectivo para <i>Lasius niger</i> L. No causa efectos sobre el ambiente.	No es selectivo para <i>Lasius niger</i> L. Causa efectos sobre el ambiente a mediano plazo por el tiempo de degradación del producto.
Aplicación	Requiere dos aplicaciones en un mes para mantener su actividad.	Requiere una sola aplicación en un mes

Fuente: Maritza Ortuño T.

En base a la evaluación de los beneficios relativos puede suponerse que la utilización de decocciones de saúco- zorrillo (20%-80%), será competitivo frente al tratamiento estándar Baygon, debido a que las ventajas que este presenta incluyen una nula toxicidad, selectividad y que no causa efectos nocivos en el ambiente.

CUADRO N. 13 COMPARACIÓN COSTO/BENEFICIO EN USO DE SAÚCO- ZORRILLO (20%-80%) FRENTE A BAYGON SOBRE *Lasius niger* L.

	SAÚCO- ZORRILLO	BAYGON
	20%-80%	
Dosis que proporciona un control adecuado.	5ml/m por cada aplicación del producto estándar.	10ml/m por cada aplicación.
Costo de los productos	500 ml de producto estándar = \$ 3.85 5ml = \$ 0.04	500 ml de tratamiento ensayo = \$ 1.15 10 ml = \$ 0.02

Fuente: Maritza Ortuño T.

Una vez realizado el análisis costo/beneficio de la utilización del tratamiento ensayo frente al tratamiento estándar sobre *Lasius niger* L. se tiene que la utilización de tratamiento ensayo es más económica en un 50% respecto al tratamiento estándar.

Además al revisar las ventajas, tenemos que el tratamiento ensayo es selectivo, no tóxico y amigable con el ambiente por ser totalmente natural por ende su utilización dentro del hogar es totalmente segura.

3.7. CÁLCULO DE LA EFICACIA MEDIANTE LA ECUACIÓN SUN-SHEPARD.

Una vez establecido que la mezcla del extracto de saúco- zorrillo en diferentes concentraciones según se indica en el cuadro No. 8 presentan la mayor actividad insecticida y repelente se procedió a realizar el cálculo de la eficacia; para lo cual se utilizó la ecuación de Sun- Shepard debido a que la población de hormigas no es uniforme en todos los hormigueros. Se utilizaron los datos recogidos en los 10 tratamientos de cada concentración de la mezcla saúco – zorrillo.

CUADRO N. 14 CÁLCULO DEL % DE EFICACIA DE LAS DECOCCIONES DE SAÚCO-ZORRILLO EN DIFREENTES CONCENTRACIONES, UTILIZANDO LA ECUACIÓN DE SUN-SHEPARD.

MEZCLA No. 01 saúco- zorrillo				
CONDICIONES DE ENSAYO	DATOS RECOGIDOS Conc. 1	DATOS RECOGIDOS Conc. 2	DATOS RECOGIDOS Conc. 3	DATOS RECOGIDOS Conc. 4
Ta	55	64	76	200
Td	52	62	52	38
Ca	113	143	108	340
Cd	113	143	108	340
Pt	5.5	3.1	31.6	81
Pck	0	0	0	0
% de eficacia	5.5%	3.1%	31.6%	80%

Fuente: Maritza Ortuño T.

Una vez calculado el porcentaje de eficacia se corrobora que la mezcla de los vegetales saúco – zorrillo en concentraciones de 20% - 80% respectivamente, presentan la mayor efectividad sobre *Lasius niger L* ya que presenta un % de eficacia del 80%.

CAPÍTULO IV

4. CONCLUSIONES

1. La decocción de saúco *Sambucus nigra L* no presenta actividad insecticida porque los insectos no mueren a las tres horas críticas de análisis; pero si presenta actividad repelente por contacto con *Lasius niger L*, comprobándose que la hipótesis es positiva.
2. La decocción de saúco, tiene densidad de 0.869g/ml, índice de refracción 1.359 y pH de 6.52., la decocción de zorrillo tiene: densidad de 0.899g/ml, índice de refracción de 1.362 y pH de 6.95; y la decocción de marco presenta densidad de: 0.808, índice de refracción de 1.371 y pH de 5.98. En el

tamizaje fitoquímico la decocción de saúco presentó fenoles tipo pirocatecólicos, flavonoides, Chalconas, lactonas α y β insaturadas, y terpenos ; la decocción de zorrillo presentó: saponinas, fenoles, flavonoides, Chalconas, lactonas α y β insaturadas, aceites esenciales y terpenos. La decocción de marco presentó: fenoles, Chalconas, terpenos y alcaloides.

3. Se evaluó la actividad biológica por rociado de las decocciones de *S. nigra* L, *T. zipaquirensis* H y *F. artemisioides* W puras, in vivo en los hormigueros obteniéndose un porcentaje medio de repelencia del 80.00% con saúco y 75% para el zorrillo además actividad insecticida de 76% para este último en el lapso de tres horas, concluyendo la actividad repelente de la decocción de saúco *S. nigra* L.

Se determinó también la actividad de las decocciones en mezcla de saúco-zorrillo 20%- 80% presentó porcentaje de mortalidad de 79.11% y repelencia de 86.00% para *Lasius niger* L seguida por la mezcla de saúco- zorrillo 40%-60% que da 52.23% de actividad insecticida y 56% de repelencia determinados por medias estadísticas. Se utilizó como insecticida control positivo Baygon, que da 100% de muerte y repelencia.

4. De acuerdo al análisis de varianza se estableció que se trata de un experimento homogéneo, el material de investigación no presentó diferencias significativas, el coeficiente de variación fue de 8.43% que indica éxito en el ensayo teniendo el CV un límite del 30%.
5. Utilizado la regresión lineal se obtuvo que la DL50 para la mezcla de *S. nigra*- *T. zipaquirensis* de: 44.25% con un R^2 de 96% que indica el nivel de confianza aceptable con un límite del 80%.
6. El análisis costo beneficio que se realizó de la mezcla *S. nigra*- *T. zipaquirencis* en concentración de 20% - 80%, frente al estándar químico Baygon; se concluyó que la utilización de la mezcla es más económica en un 50% respecto al estándar, y que presenta también ventajas adicionales como: no toxicidad, selectividad, y su utilización es segura dentro del hogar.

CAPÍTULO V

5. RECOMENDACIONES

1. Una vez que se ha comprobado que el extracto de saúco (*S. nigra L*) no presenta actividad insecticida, pero si repelente para *Lasius niger L*, se sugiere utilizar como tal.
2. Dada la efectividad insecticida de la mezcla de las decocciones de saúco (*S. nigra L*) y zorrillo (*T. zipaquirensis*) se sugiere su utilización como hormiguicida casero.
3. Comprobado el efecto repelente e insecticida de la mezcla de los extractos de saúco (*S. nigra L*) y zorrillo (*T. zipaquirensis*) se sugiere difundir las ventajas de su utilización, a favor del medio ambiente y por su baja toxicidad.

4. Se sugiere realizar un estudio de la comprobación de la actividad repelente *S. nigra L* en otra especie de la familia Formicidae in vitro y posterior in vivo.

CAPÍTULO VI

5. RESUMEN Y SUMMARY

Investigación con el objetivo de preparar decocciones acuosas (1:2) de Sauco (*Sambucus nigra L*), y comprobar la actividad insecticida y/o repelente en hormiga negra (*Lasius niger L*); buscando potenciar la actividad del saúco se comparó con decocciones de Zorrillo (*Tagetes zipaquirensis H*) y Marco (*Franseria artemisioides W*) en mezclas para encontrar la más adecuada que presente dicha actividad, se determinó Dosis Letal Media (DL50) con aplicación in vivo; a fin de establecer un biocontrol amigable con el ambiente no tóxico para el ser humano y animales.

La actividad insecticida y/o repelente se determinó con aplicación de decocción de Sauco 100% en 10 tratamientos, determinándose que presenta solo actividad repelente sobre hormiga negra, procediéndose a aplicar la decocción de: Mezcla 1 (Sauco-Zorrillo); Mezcla.2 (Marco- Zorrillo) y Mezcla 3 (Marco- Sauco) en concentraciones de C1 (80%-20%), C2 (60%-40%), C3 (40%-60%), y C4 (20%-

80%) en 10 tratamientos demostrándose que la Mezcla 1, en C4 es óptima, presentó 79.11% de mortalidad y 86% de repelencia.

Con análisis de varianza se obtuvo coeficiente de variación de 8.43% indicando que es un experimento homogéneo, corroborando la eficacia de la Mezcla No.1 en C4 ubicándolo en rango A en la prueba de Tukey 5% comparando las medias cuadráticas. La DL50 fue: 44.25% necesarios para matar al 50% de insectos con un nivel de confianza de 96% aplicando regresión lineal y Tablas Probit.

Por lo tanto la decocción en Mezcla No.1, de C4 (Saúco20%- Zorrillo80%) es considerado efectivo para el control biológico de la hormiga negra, no presenta toxicidad y protege el medio ambiente por ser un producto natural

SUMARY

Determination of biological of the aqueous extract of elderberry (*Sambucusnigra*L) as repellent and insecticid activity in the black ant (*Lasiusniger*L).

The large reproduction of the black ant and the invasión of homes, gardens, plantations, in addition the use of synthetic insecticides has brought harmful to the environment. To determine the insecticidal activity of aqueous extract of edelberry in *Lasiusniger*L. To compare plants like *Lasiusniger*L and skunks frame.

This research was done with the aim of preparing aqueous decoctions (1:2) elderberry (*Sambucusnigra*L) and checking the insecticide or repellent activity in black ant (*Lasiusniger*L); seeking to enhance the activity of the elderberry was compared whit decoctions of the skunks (*Tageteszipaquirensis*H) and marco (*Franseriaartemisioides*W) framework, in mixtures to find the most appropriate which shows this activity, it was determined average lethal dose (LD50) whit real application; in order to establish an not-toxic environmentally friendly biocontrol for humans and animals.

The insecticide and/or repellent activity was determined whit application of decoction of Elderberry 100% in 10 treatments, deciding that presents only repellent

activity on black ant mixtures 3 (elderberry) in concentrations of C1 (80%-20%) C2 (60%-40%) C3(40%-60%) and C4 (20%-80%) in 10 treatments, it being demonstrated that the miscellany 1, in C4 is ideal, it was presented 79.11% of mortality and 86% of repellence.

A variance analysis was obtained coefficient of variation of 8.43% indicating that it is an homogeneous experiment, proving the effectiveness of the mixture No. 1 C4, placing in a range A in the Tukey test 5% comparing the quadratic mean. The LD50 was 44.25% necessary for killing 50% of insects with a confidence level of 96% by applying linear regression and Probit tables.

Therefore, the decoction mixture No. 1, C4 (elderberry 20%- skunks 80%) is considered to be efficient for the biological control of the black ant, presents no toxicity and protects the environment for being a natural product.

CAPÍTULO VII

7. BIBLIOGRAFÍA

1. ACCIÓN PLAGUICIDA DE ELEMENTOS NATURALES

<http://www.biociencias.org/odisea/plaguicidas>

2011/06/23

2. ÁLVAREZ, R. Colonias de Hormigas Negras.

<http://www.formiceae/colonias.htm>

2011/09/23

3. ARENAS, L.(1984). Extractos con Propiedades Insecticidas. pp.12,15

(Documento)

4. ARMENTA, M.*Lasius niger*: Morfología.

<http://www.mascosas.net.eu.org/hormigas.htm>

2011/09/23

5. BELLO, A. (1997). La Retirada del Bromuro de Metilo como Fumigante

consecuencias para la agricultura. pp. 45, 70-72 (Documento).

6. **BERRECIL, J.** (2001). Reproducción de *Lasius niger*.
<http://www.rechi04@chih1.telmex.net.mx>
 2011/09/23
7. **BREVE HISTORIA DE LOS INSECTICIDAS**
<http://www.fortunecity.es/conjuntos/solidaridad/100/pagins.htm>
 2011/05/01
8. **COFRE, D.** (2010). Determinación de la Actividad Insecticida y/o Anti Alimentario del Aceite Esencial de *TzinsuTagetes minuta* en *Drosophila melanogaster*". Tesis Bioquímico Farmacéutico, Riobamba. Escuela de Bioquímica y Farmacia. Facultad de Ciencias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.pp. 14 - 40
9. **CONTROL DE PLAGAS.HORMIGAS**
<http://www.webdehogar.com/jardineria/05051903.htm>
 2011/09/23
10. **CONTROL BIOLÓGICO DE INSECTOS**
<http://www.botanical-online.com/plantasinsecticidas.htm>
 2011/09/22
11. **CONTROL BIOLÓGICO DE LAS PLAGAS**
<http://www.botanicalonline.com>
 2011/09/22
12. **CREMLYN, R.** (1900). Plaguicidas Modernos y su Acción Bioquímica. Barcelona: Su Saeta. pp. 1103-1112.
13. **DICKE, E.** (2008). Proceedings of Biologically Approaches to Advanced.
<http://www.pnas.org/content/97/26/14028.full>
 2011/09/22
14. **ELBERT, L, et al.** (2004). Propiedades del *Sambucus nigra*.
<http://www.rev.udcaactual.divulg.cient.co>
 2011/09/22
15. **ESPINOZA, C.** (2008). Evaluación de la Actividad Insecticida de Extracto Canela (*Cinnamomunzeylanicum*) Frente a Tres Tipos de Plagas que Afectan los Cultivos. Tesis Doctor Bioquímico Farmacéutico, Riobamba Escuela de Bioquímica y Farmacia. Facultad de Ciencias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

. pp. 4-16

16. **FLEITAS, G.** (1997) Medicamentos de Origen Vegetal.
<http://www.monografias.com/trabajos26/medicamentos-vegetal>.
 2011/09/26
17. **GOMERO, L.** (1995) Plantas para Proteger Cultivos. Venezuela: Limusa
 pp:100-109.
18. **GRAINGE, M.** et al. (1988). Manual de Plantas con Propiedades de
 Control de plagas. Nueva York: John Wiley and Sons. pp. 470
19. **HARRISON, J.** (1984). Curso de Farmacognosia. pp. 279. (Documento)
20. **HERNÁNDEZ, R.** et al. (1989). Caracterización Anátomo-foliar y
 Aspectos Etnobotánicos del *Sambucus nigra*. México: Editores
 Mexicanos Ponessa. pp. 173-179.
21. **LA BIOFUMIGACIÓN**
http://www.inta.gov.ar/sanpedro/info/doc/2005/mm_0507.htm
 2011/09/02
22. **LEÓN, L.** Estructura de *Lasius niger*
<http://redescolar.ilce.edu.mx//fauna/hormiga/hormiga.htm>
 2011/09-/07
23. **INSECTICIDAS NATURALES**
<http://www.monografias.com/trabajos18/insecticidas-naturales>
 2011/08/01
24. **INSECTIDAS VEGETALES**
<http://ipmworld.umn.edu/cancelado/Spchapters/GSilvaSp.htm>
 2011-07-31
25. **IZA, S.** (2008). Evaluación de la Actividad Insecticida de Clavo
 Olor (*Syzygium aromaticum*) Frente a Tres Plagas que Afectan los
 Cultivos. Tesis Bioquímica Farmacéutica, Riobamba. Escuela de
 Bioquímica y Farmacia. Facultad de Ciencias. Escuela Superior
 Politécnica de Chimborazo. pp. 3
26. **MELO, S.** et al. (2004). Control de Ectoparásitos en Bovinos, mediante la
 Utilización de Plantas Medicinales como Hierba Buena
 (*Mentha piperita*), Saúco (*Sambucus nigra*), y Altamisa

(*Tanacetum parthenium*) en la Granja Brisas, Ibagué. pp. 12-19.
(Documento)

27. **PAREDES, G.** Alimentación de la Hormiga negra *Lasius niger*.
http://redecollar.ilce.edu.mx/publi_reinos/fauna/hormiga_comun.htm
2011/09/08
28. **SAMBUCUS NIGRA**. Propiedades.
http://www.proyectogeo.com/sitio/index.php?option=com_content
2011/09/26
29. **SILVA, G.** Insecticidas Vegetales
<http://ipmworld.umn.edu/cancelado/Spchapters/GsilvaSp.htm>
2011/09/16
30. **SMITH, L.** (1980). Química Orgánica. Barcelona: Labor. Vol: 1 pp. 101, Vol: 2 pp. 118
31. **SCHULTZ, T.** (2008). In search of Ant Ancestors.
<http://www.pnas.org/content/97/26/14028.full>
2011/09/16
32. **VERDAGER, M.** (2007). Aspectos Generales de las Hormigas.
<http://www.rains.es>.
2011/09/09
33. **WARE, G.** (2004). Introducción a los Insecticidas
<http://ipmworld.umn.edu/cancelado/Spchapters/W&WinsectSP.htm>
2011-10-22
34. **WESELING, C.** (1990). Plaguicidas E.C.A. Boca: Journal. pp. 298
35. **ZAHRADNIK, J.** et al. (1981). Guía Básica de los Insectos de Europa
Barcelona: Editorial Omega. pp. 62-64, 226.

CAPÍTULO VIII

6. ANEXOS

ANEXO N.1 **ACTIVIDAD REPELENTE DE LA DECOCCIÓN DE SAÚCO *S. nigra* L AL 100% A LAS 3 HORAS DE ANÁLISIS.**

TRATAMIENTOS <i>Sambucus nigra</i> L	INTENSIDAD DE REPELENCIA
T1C1R1	80%
T1C1R2	90%
T1C1R3	80%
T1C1R4	80%
T1C1R5	90%
CA	0%
CB	100%

Fuente: Maritza Ortuño T.

ANEXO N.2

PORCENTAJE DE MORTALIDAD DE *Lasius niger* L DE
DECOCCIONES DE SAÚCO *S. nigra* L *T. zipaquirencis* Y *F.*
artemisioides A LAS 3 HORAS DE ANÁLISIS.

Fuente: Maritza Ortuño T.

BLOQUES										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
G1	22.7	33.6	18.5	36.4	27.7	18.2	28.4	36.4	26.2	40.5
	34.1	49.6	23.8	50.3	33.5	32.4	44	44.3	32.9	50.7
	41.1	76.9	36.9	59.4	50.3	39.2	58.2	61.4	40.8	58.1
	87.6	86.7	49.2	83.9	65.8	67.6	94	84.3	84.8	87.2
	185.50	246.80	128.40	230.00	177.30	157.40	224.60	226.40	184.70	236.50
G2	12.9	14.2	12.3	17.5	12.3	10.2	15.7	20	14.6	16.2
	15.1	28.3	15.8	26.6	17.4	15.3	23.9	25	17.7	24.3
	19.4	22.1	18.8	30.1	25.2	19.9	35.1	26.4	23.8	31.6
	23.8	54.9	20	39.9	39.4	27.8	39.6	27.8	29.3	37.2
	71.20	119.50	66.90	114.10	94.30	73.20	114.30	99.20	85.40	109.30
G3	7.1	18.6	6.5	11.2	11.6	9.7	14.9	12.6	11.6	13.5
	8.6	19.5	7.3	11.9	12.3	10.8	16.4	13.6	12.2	16.8
	6.5	23.9	7.3	13.3	16.7	14.2	17.9	15.7	14	18.2
	14.6	24.8	8.5	17.5	17.4	16.5	21.6	17.6	16.5	20.9
	36.80	86.80	29.60	53.90	58.00	51.20	70.80	59.50	54.30	69.40
G4	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
G5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	393.50	553.10	324.90	498.00	429.60	381.80	509.70	485.10	424.40	

ANEXO N.3

PORCENTAJE DE REPELENCIA DE *Lasius niger* L DE
DECOCCIONES DE SAÚCO *S. nigra* L *T. zipaquirencis* Y *F.*
artemisioides A LAS 3 HORAS DE ANÁLISIS.

BLOQUES										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
G1	20	30	20	20	40	20	40	30	30	20
	30	30	30	30	40	40	40	40	40	40
	60	50	60	60	50	60	50	50	60	60
	90	80	90	80	80	90	90	80	90	90
	200.00	190.00	200.00	190.00	210.00	210.00	220.00	200.00	220.00	210.00
G2	20	20	20	20	30	20	30	40	40	40
	30	30	30	40	40	40	30	40	40	50
	30	40	50	50	40	50	50	50	50	40
	40	30	20	30	30	20	40	30	40	40
	120.00	120.00	120.00	140.00	140.00	130.00	150.00	160.00	170.00	170.00

G3	50	50	50	50	60	50	50	40	50	50
	60	60	60	60	70	60	50	60	60	60
	70	70	70	70	70	80	70	60	70	70
	70	80	70	70	60	60	60	60	60	60
	250.00	260.00	250.00	250.00	260.00	250.00	230.00	220.00	240.00	240.00
G4	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
G5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E TOTAL										
	670.00	670.00	670.00	680.00	710.00	690.00	700.00	680.00	730.00	720.00

Fuente: Maritza Ortuño T

ANEXO N.4

ADEVA DE ACTIVIDAD INSECTICIDA DE DECOCCIONES DE SAÚCO S. nigra L T. zipaquirencis Y F. artemisioides A LAS 3 HORAS DE ANÁLISIS.

FV	gl	SC	CM	F	F.05	F.01	
Bloques	9	3,323.03	369.23	12.80	1.96	2.56	**
Tratamientos	13	100,964.16	7,766.47	269.32	1.80	2.29	**
Error	117	3,373.97	28.84				
TOTAL	139	107,661.15					
Entre grupos	230,119.06	84,490.96					
					0.95	0.99	
FV	gl	SC	CM	F	0.05	0.01	
Bloques	9	3323.03	369.23	12.80	1.96	2.56	**
Tratamientos	13	100964.16	7766.47	269.32	1.80	2.29	**
Dentro grupo 1							
Dosis	3	14082.44	4694.15	162.78	2.68	3.95	**
Dentro del grupo 2							
Dosis	3	1984.53	661.51	22.94	2.68	3.95	**
Dentro grupo 3							
Dosis	3	194.92	64.97	2.25	2.68	3.95	ns
Dentro del grupo 4							
Dosis	3	0.00	0.00	0.00	2.68	3.95	ns
Dentro del grupo 5							
	2	0.00	0.00	0.00	3.07	4.79	ns
Error	117	3373.97	28.84				
TOTAL	139						

Fuente: Maritza Ortuño T.

**= altamente significativo

ns = no significativo

ANEXO N.5 EQUIVALENCIA ENTRE VALORES "PROBIT" Y PORCENTAJE DE POBLACIÓN AFECTADA

Pr	%	Pr	%	Pr	%	Pr	%	Pr	%	Pr	%	Pr	%	Pr	%	Pr	%	Pr	%	Pr	%
0	0	3,72	10	4,16	20	4,48	30	4,75	40	5,00	50	5,25	60	5,52	70	5,84	80	6,28	90	7,33	99,0
2,67	1	3,77	11	4,19	21	4,50	31	4,77	41	5,03	51	5,28	61	5,55	71	5,88	81	6,34	91	7,37	99,1
2,95	2	3,82	12	4,23	22	4,53	32	4,80	42	5,05	52	5,31	62	5,58	72	5,92	82	6,41	92	7,41	99,2
3,12	3	3,87	13	4,26	23	4,56	33	4,82	43	5,08	53	5,33	63	5,61	73	5,95	83	6,48	93	7,46	99,3
3,25	4	3,92	14	4,29	24	4,59	34	4,85	44	5,10	54	5,36	64	5,64	74	5,99	84	6,55	94	7,51	99,4
3,36	5	3,96	15	4,33	25	4,61	35	4,87	45	5,13	55	5,39	65	5,67	75	6,04	85	6,64	95	7,58	99,5
3,45	6	4,01	16	4,36	26	4,64	36	4,90	46	5,15	56	5,41	66	5,71	76	6,08	86	6,75	96	7,65	99,6
3,52	7	4,05	17	4,39	27	4,67	37	4,92	47	5,18	57	5,44	67	5,74	77	6,13	87	6,88	97	7,75	99,7
3,59	8	4,08	18	4,42	28	4,69	38	4,95	48	5,20	58	5,47	68	5,77	78	6,18	88	7,05	98	7,88	99,8
3,66	9	4,12	19	4,45	29	4,72	39	4,97	49	5,23	59	5,50	69	5,81	79	6,23	89	7,33	99	8,09	99,9